

TARTU ÜLIKOOL
Majandusteaduskond
Ettevõtte majanduse instituut

Timo Mitt

**TEHNILISE ANALÜÜSI SIGNAALIDE
TÕHUSTAMINE KÜÜNALMUSTRITE ABIL
SUUREMATE AKTSIAINDEKSITE NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: doktorant A. Teder

Tartu 2013

Soovitan suunata kaitsmisele

(juhendaja allkiri)

Kaitsmisele lubatud “ “.....2013. a.

Rahanduse õppetooli juhataja

(õppetooli juhataja nimi ja allkiri)

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

.....

(töö autori allkiri)

SISUKORD

Sissejuhatus	4
1. Tehnilise analüüsi hinna inertsuse ja turu sentimendi indikaatori teoreetiline käsitus	7
1.1. Hinna inertsuse indikaator – MACD.....	7
1.2. Turu sentimendi indikaator – küünalmustrid	16
1.2.1. <i>Piercing</i>	17
1.2.2. <i>Dark-cloud cover</i>	19
1.2.3. <i>Bullish engulfing</i>	20
1.2.4. <i>Bearish engulfing</i>	22
1.2.5. <i>Morning star</i>	23
1.2.6. <i>Evening star</i>	25
1.3. Hinna inertsuse ja turu sentimendi indikaatori kombineerimine – varasemad uurimused.....	27
2. Tehnilise analüüsi indikaatori MACD signaalide kombineerimine küünalmustritega suuremate aktsiaindeksite põhjal.....	30
2.1. Andmed ja metoodika	30
2.2. Tehnilise analüüsi indikaatori MACD signaalide optimeerimine.....	33
2.3. MACD signaalide kombineerimine küünalmustritega.....	41
2.4. Järeldused ja autoripoolsed soovitused	48
Kokkuvõte	51
Viidatud allikad.....	53
Summary	56

SISSEJUHATUS

Aktsiad on olnud ajalooliselt parima tootlusega varaklass. Viimase 86 aasta aktsiaturu keskmine aastane tootlus on ligikaudu 9,8% (Predicting Asset Class ... 2013: 1). Kuna aktsiad võimaldavad majanduskasvu panustades teenida lisatulu ilma reaalselt ettevõtlusega tegelemata, on aktsiaturgudel tehtavate tehingute mahud kasvanud märkimisväärselt. Näiteks, on maailma suurimal börsil NYSE (*New York Stock Exchange*) aastate jooksul tehingumahud mitmekordistunud (NYSE overview statistics). Aktsiahinna liikumise analüüsiks kasutatakse peamiselt kaht meetodit: fundamentaalset ja tehnilist analüüsi. Fundamentaalsel analüüsil on võimalik rakendada aktsia majandusliku väärtuse hindamisel, mille abil määratakse alusvara liikumise üldine suund, kuid täpsemate ostu- ja müügisignaali saamiseks on võimalik kasutada mõne tehnilise indikaatori poolt antavaid signaale. Trendide võimalikult täpne tuvastamine võimaldab institutsioonidel teha paremaid investeerimisotsuseid, mislähbi on neil võimalik juhtida oma varasid efektiivsemalt. Samuti on aktsiaindeksid üldjuhul seotud tugevalt mingi piirkonna majandusega, näiteks aktsiaindeksi *Standard & Poor's 500* liikumine kirjeldab hästi USA sisemajanduse koguprodukti liikumist ajas, mis on omakorda negatiivselt korreleeruv töötuse määraga USA-s. Seetõttu on võimalik aktsiaindeksi trendi pöördumisi tuvastades prognoosida ka vastava piirkonna majanduse kulgu.

Üheks populaarseimaks ja efektiivseimaks trendi tuvastamiseks kasutatav tehnilise analüüsi indikaator on libisevatel keskmistel põhinev indikaator MACD. Siiski, võib MACD poolt antavate signaalide usaldusväärsus olla teatud olukordades küsitav, näiteks tugevalt trendival turul, kus turu tugev sentiment toetab trendi jätkumist, kipub MACD enne trendi pöördumist andma korduvalt enneaegseid trendi pöördumisele viitavaid signaale. (Appel 2005: 175) MACD võimaldab tuvastada inertsit (inglise keeles *momentum*) hinna liikumises, küünalmustrid aga kirjeldavad hinna liikumise põhjal üldist

turu sentimentide ja selle muutumist. Seega on võimalik MACD ja küünalmustrite sidumisel arvestada muutustega nii hinna inertsuses kui ka turu sentimentis, mistõttu võivad küünalmustrid muuta MACD poolt antavad signaalid tõhusamaks.

Käesoleva töö eesmärgiks on hinnata, kas küünalmustrite kasutamine võimaldab suurema kindlusega tuvastada trende. Eesmärgi saavutamiseks püstitas autor järgmised uurimisülesanded:

- MACD teoreetiline käsitlus ja signaalide matemaatiline defineerimine;
- küünalmustrite teoreetiline käsitlus ja matemaatiline defineerimine;
- MACD ja küünalmustrite kombineerimine – ülevaade varasemalt teostatud uuringutest;
- andmete ja meetodika tutvustamine;
- ajalooliste andmete põhjal MACD signaalide parameetrite optimeerimisel kõrgeima tulususega signaali ja parameetrite leidmine;
- ajalooliste andmete põhjal valituks osutunud MACD signaalide optimeerimine küünalmustritega kombineerimisel;
- kõrgeima juurdekasvutempoga kombinatsiooni leidmine ja kehtivuse analüüsimine;
- järelduste tegemine ja autoripoolsete soovitusete andmine.

Bakalaureusetöö koosneb kahest osast. Töö esimeses osas kirjeldab autor nii teoreetiliselt, graafiliselt kui ka matemaatiliselt töös kasutatavaid MACD signaale ja küünalmustreid ning annab ülevaate ka varasemalt tehtud uurimustest, mille põhjal kombineerib autor MACD signaale ja küünalmustreid töö teises osas.

Bakalaureusetöö teises osas kirjeldab autor valitud aktsiaindekseid ning tutvustab meetodikat. Autor optimeerib MACD poolt antavate signaalide parameetreid ja leiab iga aktsiaindeksi puhul kõrgeima juurdekasvutempoga parameetrite komplekti ning seejärel leitakse, milline on kõrgeima juurdekasvutempoga MACD poolt antav signaal üle kõigi vaadeldavate aktsiaindeksite. Pärast seda kombineerib autor valituks osutunud MACD signaali küünalmustritega ning optimeerib parameetrid uuesti, et hinnata, kas küünalmustrite kasutamine võimaldab tõhustada MACD poolt antavaid signaale.

Autor sooviks tänada oma juhendajat doktorant Allan Tederit kasulike märkuste ja mõtete eest, samuti ka Tartu Ülikooli sihtasutust ning Flory ja Erik Kalve fondi, mille stipendium aitas autoril majanduslikult toime tulla töö kirjutamise ajal.

1. TEHNILISE ANALÜÜSI HINNA INERTSUSE JA TURU SENTIMENDI INDIKAATORI TEOREETILINE KÄSITLUS

1.1. Hinna inerttsuse indikaator – MACD

Üheks lihtsaks ent ka efektiivseks trendide tuvastamise vahendiks võib pidada libisevaid keskmisi. Libisevad keskmised siluvad hinnagraafiku lühiajalised kõikumised ning seeläbi annavad meile hea ülevaate hinna trendist. Libisevaks keskmiseks nimetatakse aegrea kindlast arvust järjestikustest elementidest leitavat keskmist, mis arvutatakse iga vaadeldava ajaühiku (tunni, päeva, nädala *et cetera*) puhul viimase n ajaühiku keskmisena. Käesolevas töös käsitleb autor ühe ühikuna üht päeva. Kuna libisevate keskmiste arvutamisel kasutatakse mineviku hindasid, siis annavad libisevad keskmised informatsiooni viitajaga. Viitaja pikkus sõltub libiseva keskmise arvutamiseks valitud päevade arvust. Mida suurem on arvutamiseks valitud päevade arv, seda pikem on ka viitaeg. (Murphy 1999: 195–197)

Libisevate keskmiste arvutamiseks on erinevaid meetodeid. Esimesed erinevused libisevate keskmiste arvutamisel tekivad kasutatavate hindade osas. Peamiselt kasutatakse arvutustes päevade sulgemishindasid, kuid kasutatakse ka alternatiive. Näiteks, võetakse arvutamisel hindadeks päevade kõrgeima ja väikseima hinna aritmeetilised keskmised. (Murphy 1999: 198) Käesolevas töös võtab autor libiseva keskmise arvutamisel vaatluse alla päevased sulgemishinnad.

Lisaks erinevate hindade käsitlemisele, esineb erinevusi ka libisevate keskmiste arvutamismeetodites. Peamiselt eristatakse kahte erinevat libisevat keskmist: lihtne ja eksponentsiaalne libisev keskmine.

Lihtne libisev keskmine (inglise keeles *simple moving average (SMA)*) leitakse viimase n päeva sulgemishindade aritmeetilise keskmisena. Järgnevalt toob autor välja SMA arvutusvalemi (Elder 1993: 121):

$$(1) \quad SMA = \frac{\sum_{i=1}^N P_i}{N},$$

kus P_i – i -nda päeva (sulgemis)hind,

N – päevade arv, mis valitakse libiseva keskmise arvutamiseks.

Kuna SMA-d on lihtne arvutada, kasutatakse teda ka tihti. SMA-d kasutatakse põhiliselt pikaajaliste või keskmise kestusega trendide tuvastamiseks. Keskmise kestusega trendide tuvastamisel kasutatakse peamiselt 50 päeva libisevat keskmist ning pikaajaliste trendide tuvastamisel 200 päeva libisevat keskmist. Trendi pöördumist kinnitavad signaalid saadakse hinna ja libiseva keskmise lõikepunktides. (Murphy 1999: 201–202)

Kuigi lihtsat libisevat keskmist kasutatakse tihti, on sellel meetodil järgmised puudused (Murphy 1999: 199).

- Lihtne libisev keskmine arvestab hinna mõjuga kahel korral. Esiteks, kui hind võetakse libiseva keskmise arvutustesse ning teiseks, kui hind jäetakse arvutustest välja. Negatiivseks aspektiks siinkohal on, et kui hind jäetakse arvutustest välja, ei tohiks ta enam keskmist väärtust mõjutada samaväärselt kui alles arvutustesse võetud hind, kuna tema tähtsus turu hetkeseisu kirjeldamisel on vähenenud. Seetõttu võib järeldada, et lihtne libisev keskmine on liialt tundlik erindväärtuste suhtes.
- Lihtne libisev keskmine võtab arvesse ainult ajavahemiku, mille põhjal keskmine arvutatakse, mis tähendab, et eiratakse eelnevat turukäitumist.

Eksponentsiaalne libisev keskmine (inglise keeles *exponential moving average (EMA)*) kõrvaldab eelnevalt välja toodud lihtsa libiseva keskmise puudused ning seetõttu on usaldusväärsem vahend trendi tuvastamiseks. Esiteks, ei võta EMA arvesse ainult vaadeldavasse ajavahemikku kuuluvate päevade sulgemishindasid, vaid võtab eelmise päeva sama ajalise määratlusega EMA, mistõttu hajuvad vanemad sulgemishinnad

arvustustest aegamööda. Teiseks, antakse eksponentsiaalse EMA arvutamisel hiljutistele hindadele suurem osakaal. (Murphy 1999: 199) Järgnevalt toob autor välja EMA arvutusvalemi (James 1968: 321):

$$(2) \quad F_i = F_{i-1} + \alpha (X_i - F_{i-1}),$$

kus F_i – i-nda päeva eksponentsiaalne libisev keskmine;

α – silumiskonstant, mis arvutatakse järgnevalt: $\frac{2}{\text{päevade arv} + 1}$;

X_i – i-nda päeva sulgemishind.

Kuna EMA puhul on hiljutistel hindadel suurem kaal, siis reageerib EMA hindade muutumisele kiiremini kui SMA ning võimaldab seeläbi tuvastada trendimuutusi väiksema viitajaga, mis on ka peamine põhjus, miks autor käesolevas töös eksponentsiaalset libisevat keskmist kasutab.

Analoogselt SMA-le kasutatakse ka EMA-d trendide ja trendipöördumiste tuvastamisel. EMA peamiseks eeliseks SMA ees on lühem viitaeg, mis võimaldab tuvastada trendimuutusi varem. Selleks, et vähendada viitaega veelgi, kombineeritakse erinevate pikkustega EMA-sid, saades tehnilise analüüsi indikaatori MACD.

MACD ehk libiseva keskmise koondumine – lahknemine (inglise keeles *moving average convergence-divergence*) on tehniline indikaator, mis saadakse kui hindade lühiajalisest EMA-st lahutatakse pikemaajalisem EMA. MACD joon on joon, mille iga päeva graafikul tähistab punktina vastava päeva MACD väärtus, mis kokku moodustavadki vaadeldava ajavahemiku MACD joone. Lisaks MACD joonele kasutatakse MACD-ga alusvara hinna liikumissuuna tuvastamiseks veel signaaljoont ja MACD histogrammi. Signaaljoon on joon, mille iga päeva graafikul tähistab punktina vastava päeva lühiajaline EMA MACD väärtustest, mis kokku moodustavadki vaadeldava ajavahemiku signaaljoone. MACD histogramm väljendab tulpdiagrammina iga päeva MACD ja signaaljoone väärtuste vahet. (Murphy 1999: 252–255)

MACD puhul ei ole täpselt fikseeritud kui pika perioodi libisevaid keskmisi tuleks käsitleda, kuid on kujunenud välja teatud eelistused. Lühiajalise EMA pikkuseks valitakse tavaliselt 6 kuni 19 ajaühikut, pikemaajaline EMA on tavaliselt 2 kuni 3 korda pikem kui lühiajaline EMA ning signaaljoone väärtuste arvutamiseks kasutatakse EMA-d, mille ajaühikute arv jääb vahemikku 3 kuni 9. (Appel 2003: 28–29) Üks populaarsemaid MACD käsitlusi on 12-26-9, mis tähendab, et hindade arvutamiseks on valitud EMA pikkusteks vastavalt 12 ja 26 päeva ning signaaljoone väärtuste arvutamisel on EMA pikkuseks 9 päeva. Käesolevas töös leitakse iga MACD signaali puhul igale aktsiaindeksile ajalooliselt kõrgeima juurdekasvutempo andnud parameetrite komplekt. Autor kasutab aga optimeerimisel tunduvalt laiemaid vahemikke, kui on eespool välja toodud, kuna aktsiaindeksid liiguvad autori hinnangul pigem pikemates trendides, mistõttu võivad trendi tuvastamiseks sobida pikema tagasivaateperioodiga EMA-d.

MACD on üks lihtsamaid, ent samas ka üks efektiivsemaid tehnilise analüüsi indikaatoreid, kuna MACD võimaldab järgida trende ning tuvastada trendimuutusi, tuvastades inertsuse muutumist hinna liikumises. MACD poolt antavad signaalid on järgmised (Murphy 1999: 252–256):

- lõikumine nulljoonega,
- lõikumine signaaljoonega,
- MACD joone ja hinna liikumise lahknemine/koondumine.

Lõikumine nulljoonega. Punktis, kus MACD joon ja nulljoon lõikuvad, on MACD väärtus 0. Lähtuvalt MACD definitsioonist, võib väita, et sellises punktis on hindade lühiajaline EMA võrdne pikemaajalise EMA-ga. Kuna libisevad keskmised aitavad tuvastada trende, võime väita, et eespool kirjeldatud punktis on lühiajalise trendi tugevus võrdne pikaajalise trendi tugevusega. Kui MACD väärtus on suurem nullist, näitab see, et lühiajaline trend on tugevam pikaajalisest trendist, seega kinnitab MACD aktsia hinna tõusu. Kui aga MACD väärtus on väiksem nullist, näitab see, et lühiajaline trend on nõrgem kui pikaajaline, seega kinnitab MACD aktsia hinna langust. Vastavad ostu- ja müügisignaalid saadakse MACD joone ja nulljoone lõikepunktides (Appel 2005: 167–168) Järgnevalt toob autor välja joonise, mis aitab eelnevast paremini aru saada.



Joonis 1. NYSE Composite Index'i päevane graafik ajavahemikus 2. märts 2011 – 30. detsember 2011. Allikas: (www.stockcharts.com); autori modifitseeritud.

Joonisel 1 on ülespoole suunatud noolega tähistatud MACD joone ja nulljoone lõikepunktid, mis annavad ostusignaali. Allapoole suunatud noolega on tähistatud lõikepunktid, mis annavad müügisignaali. Joonisel 1 toodud ostu- ja müügisignaalid ei ole enamasti kasumlikud, kuna signaalid saadakse liiga pika viitajaga. Mistõttu võiks MACD joone ja nulljoone lõikepunkte käsitleda pigem trendi kinnitavate signaalidena. Matemaatiliselt defineerib autor MACD ja nulljoone lõikumise signaalid järgnevalt.

$$\text{Ostusignaal: } \begin{cases} MACD_{-1} < 0 \\ MACD_0 > 0 \end{cases} \quad \text{Müügisignaal: } \begin{cases} MACD_{-1} > 0 \\ MACD_0 < 0 \end{cases}$$

Eelnevatest tingimustest võib näha, et kui MACD joon lõikub nulljoonega altpoolt, saadakse ostusignaal ning kui MACD joon lõikub nulljoonega ülevalt, saadakse müügisignaal.

Lõikumine signaaljoonega. Kui MACD joone väärtus on mingil perioodil suurem signaaljoone väärtusest, siis näitab see, et hetkeline lühiajalise trendi tugevus pikaajalise suhtes on tugevam kui hiljutiste lühiajaliste trendide tugevus pikaajaliste suhtes keskmiselt, mis annab märku, et lühiajalised trendid tugevnevad kiiremini kui

pikaajalised, ent ei tähenda, et nad oleksid tugevamad. Vastupidiselt, kui MACD joone väärtus kindlal perioodil on väiksem signaaljoone väärtusest, siis näitab see, et lühiajalised trendid nõrgenevad kiiremini kui pikaajalised, kuid ei pruugi veel olla nõrgemad. Vastavad ostu- ja müügisignaale saadakse MACD joone ja signaaljoone lõikepunktides. (Appel 2005: 166–170) Järgnevalt toob autor välja joonise, mis võimaldab eelnevast paremini aru saada.



Joonis 2. NYSE Composite Index'i päevane graafik ajavahemikus 2. märts 2011 – 30. detsember 2011. Allikas: (www.stockcharts.com); autori modifitseeritud.

Joonisel 2 on ülespoole suunatud noolega tähistatud MACD joone ja signaaljoone lõikepunktid, mis viitavad lühiajaliste trendide tugevnemisele pikemaajaliste suhtes, andes ostusignaale. Allapoole suunatud nooled tähistavad aga lõikepunkte, mis viitavad trendi nõrgenemisele, andes müügisignaale. Eelnevatele graafikutele on näha, et lõikepunktid signaaljoonega aitavad tuvastada trendide pöördumisi varem, ent võivad anda ka valesid enneaegseid signaale. Enamasti järgneb signaaljoone lõikepunktile ka lõikepunkt nulljoonega, mis otsekui kinnitaks signaaljoonega lõikumisel saadud signaali. Matemaatiliselt defineerib autor MACD ja nulljoone lõikumise signaalid järgnevalt.

$$\text{Ostusignaal: } \begin{cases} MACD_{-1} < SIG_{-1} \\ MACD_0 > SIG_0 \end{cases}$$

$$\text{Müügisignaal: } \begin{cases} MACD_{-1} > SIG_{-1} \\ MACD_0 < SIG_0 \end{cases}$$

Eelnevatest tingimustest võib näha, et kui MACD joon lõikub signaaljoonega altpoolt, saadakse ostusignaal ning kui MACD joon lõikub signaaljoonega ülevalt, saadakse müügisignaal. Siiski pole ka signaaljoonega lõikumisel saadud signaalid kõige usaldusväärsemad.

MACD joone ja hinna liikumise lahknemine/koondumine. MACD joone ja hinna liikumise koondumisest ja/või lahknemisest saadavad signaalid on kõige usaldusväärsemad, samuti ka kõige harvemini esinevad MACD poolt antavad signaalid. Lahknemine (inglise keeles *bearish/negative divergence*) esineb siis, kui hind moodustab uusi kõrgemaid tippe samaaegselt kui MACD moodustab uusi madalamaid tippe. Kui lahknemisele järgneb vahetult kinnitav null- või signaaljoonega lõikumisest saadav signaal, kinnitab see langeva trendi algust. Koondumine (inglise keeles *bullish/positive divergence*) esineb siis, kui hind moodustab uusi madalamaid põhjasid samaaegselt kui MACD moodustab uusi kõrgemaid põhjasid. Kui koondumisele järgneb vahetult kinnitav null- või signaaljoonega lõikumisest saadav signaal, kinnitab see tõusva trendi algust. (Appel 2005: 171–173) Eelneva illustreerimiseks toob autor järgmise joonise.



Joonis 3. NYSE Composite Index'i päevane graafik ajavahemikus 2. mai 2011 – 2. juuli 2012. Allikas: (www.stockcharts.com); autori modifitseeritud.

Joonisel 3 on graafiliselt kirjeldatud koondumine (1) ja lahknemine (2). Esimesel juhul on näha, kuidas hind moodustab uusi madalamaid põhjasid samaaegselt kui MACD joon moodustab uusi kõrgemaid põhjasid ning koondumisele järgneb vahetult ka kinnitav signaaljoone lõikumisest saadav ostusignaal, mis kinnitab tõusva trendi algust. Teisel juhul on näha, kuidas hind moodustab uusi kõrgemaid tippe samaaegselt kui MACD joon moodustab uusi madalamaid tippe ning lahknemisele järgneb vahetult ka kinnitav signaaljoone lõikumisest saadav müügisignaal, mis kinnitab trendi pöördumist.

Selleks, et defineerida MACD ja hinna koondumisest ja lahknemisest saadavaid signaale, tuleks defineerida tippude ja põhjade tuvastamine nii hinna kui ka MACD liikumises. Autor kasutab tippude ja põhjade tuvastamiseks laialdaselt levinud *zigzag* indikaatorit, mis eemaldab hinnaliikumisest vähem olulised liikumised. *Zigzag*-i puhul loetakse, et hind on moodustanud uue põhja või tipu siis, kui hind on liikunud eelmisest tipust või põhjast vähemalt ette antud protsendi võrra. Järgnevalt toob autor välja joonise, millel on toodud *zigzag* indikaator.



Joonis 4. NYSE Composite Index'i päevane graafik ajavahemikus 2. mai 2011 – 2. juuli 2012. Allikas: (www.stockcharts.com); autori modifitseeritud.

Joonisel 4 on hinnaliikumise graafiku peal halli pideva joonena *zigzag* indikaatori liikumine ajas. Antud juhul on *zigzag* indikaatori sisendiks on valitud 2 protsenti, mis tähendab, et tipp moodustatakse siis, kui hind on liikunud viimasest põhjast üles vähemalt 2 protsendi ulatuses ning põhi moodustatakse siis, kui hind on liikunud viimasest tipust

alla vähemalt 2 protsendi ulatuses. Kuigi *zigzag* indikaator võimaldab tuvastada tippe ja põhjasid usaldusväärselt, on tema puuduseks ehk võrdlemisi pikk viitaeg. Kuna käesolevas töös vaadeldakse ajaloos viimati esinenud tippe/põhjasid, ei ole viitaeg takistuseks. Järgnevalt defineerib autor MACD koondumiste ja lahknemiste tuvastamise.

Esineb koondumine, kui on samaaegselt täidetud kõik järgmised tingimused.

- Ajahetkel k saadakse ostusignaali andev lõikumine null- või signaaljoonega ehk siis $bullSCO_k = 1 \vee bullZCO_k = 1$.
- Päevaste sulgemishindade põhjal *zigzag* indikaatoriga tuvastatud hinna viimase põhja väärtus on kõrgem kui viimase 7 päeva minimaalne hind ehk siis matemaatiliselt $ZZ_hind_põhi_{viimane} > \min(hind_0: hind_{-6})$. Kusjuures ZigZag meetodikaga tuvastatud põhi pidi esinema vähemalt 8 päeva enne käesolevat vaadeldavat perioodi.
- Päevaste MACD väärtuste põhjal *zigzag* indikaatoriga tuvastatud MACD joone viimase põhja väärtus on madalam kui viimase 7 päeva minimaalne MACD väärtus ehk siis $ZZ_MACD_põhi_{viimane1} < \min(MACD_0: MACD_{-6})$. Kusjuures ZigZag meetodikaga tuvastatud põhi pidi esinema vähemalt 8 päeva enne käesolevat vaadeldavat perioodi.
- Viimase tuvastatud MACD põhja ja hinna põhja vahel võib olla maksimaalselt 5 päeva ehk siis $|viimane - viimane1| \leq 5$.

Esineb lahknemine, kui on samaaegselt täidetud kõik järgmised tingimused.

- Ajahetkel k saadakse müügisignaali andev lõikumine null- või signaaljoonega ehk siis $bearSCO_k = 1 \vee bearZCO_k = 1$.
- Päevaste sulgemishindade põhjal *zigzag* indikaatoriga tuvastatud hinna viimase tipu väärtus on madalam kui viimase 7 päeva maksimaalne hind ehk siis matemaatiliselt $ZZ_hind_tipp_{viimane} < \max(hind_0: hind_{-6})$. Kusjuures ZigZag meetodikaga tuvastatud tipp pidi esinema vähemalt 8 päeva enne käesolevat vaadeldavat perioodi.
- Päevaste MACD väärtuste põhjal *zigzag* indikaatoriga tuvastatud MACD joone viimase tipu väärtus on kõrgem kui viimase 7 päeva maksimaalne MACD väärtus

ehk siis $ZZ_MACD_tipp_{viimane} > \max(MACD_0:MACD_{-6})$. Kusjuures ZigZag meetoodikaga tuvastatud tipp pidi esinema vähemalt 8 päeva enne käesolevat vaadeldavat perioodi.

- Viimase tuvastatud MACD tipu ja hinna tipu vahel võib olla maksimaalselt 5 päeva ehk siis $|viimane - viimane1| \leq 5$.

Kuna lahknemine ja/või koondumine iseenesest ei viita trendipöördumisele vaid pigem käesoleva trendi nõrgenemisele (Pring 2002: 196), siis saadaksegi signaalid alles siis, kui saadakse kinnitav märguanne null- või signaaljoonega lõikumisest. Seega kontrollitakse iga lõikumissignaali korral, kas talle eelneb lahknemine/koondumine. Eelnevas loetelus on lõikumissignaali olemasolu kontrollimiseks toodud esimene tingimus. Selleks, et tuvastada, kas lõikumissignaali eelneb lahknemine/koondumine MACD ja hinna vahel on toodud ülejäänud tingimused loetelus. Tuvastatakse viimane tipp/põhi, mis esines varem kui viimasel 7 päeval ning võrreldaks viimase 7 päeva maksimaalse/minimaalse hinnaga. Kuna teoorias on öeldud, et tuleks kasutada võrdluses tippe ja põhjasid, siis autor seda ka teeb. Esimene tipp/põhi, mis esines enam kui 7 päeva tagasi, tuvastatakse *zigzag* indikaatoriga, teine tipp/põhi tuvastatakse viimase 7 päeva minimaalne/maksimaalne hinna leidmise teel. Selleks, et saaks esineda MACD lõikumissignaali olemus, et hind on suunda muutnud, mistõttu võib lugeda lähiajaloos esinenud minimaalset/maksimaalset hinda autori arvates vähemalt ajutiseks tipuks/põhjaks. Viimane tingimus loetelus teeb kindlaks, et tipud ja põhjad esineksid sisuliselt samadel aegadel ehk nende maksimaalne vahe võib olla 5 päeva, kui võtta see vahe liiga pikaks, kaob ehk signaalide teoreetiline olemus.

1.2. Turu sentimentide indikaator - küünalmustrid

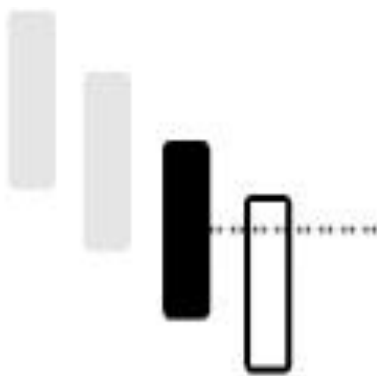
Tehnilise analüüsi üheks peamiseks eelduseks on, et turuhind arvestab kõigega. Muutused turuhinnas kajastavad muutusi nõudluse ja pakkumise vahekorras. Kui nõudlus ületab pakkumise, siis hinnad tõusevad, vastupidisel juhul hinnad aga langevad. Kõik, mis mõjutab nõudluse ja pakkumise vahekorda kas siis fundamentaalselt, poliitiliselt, psühholoogiliselt või mõnel muul viisil, kajastub lõpptulemusena ka turuhinnas. Seetõttu piisab aktsiahinna muutumise prognoosimiseks vaid hinna uurimisest.

(Murphy 1999: 2-5) Arvestades eelnevat võib väita, et tehnilise analüüsi üheks eeliseks fundamentaalse analüüsi ees on asjaolu, et tehniline analüüs võimaldab mõõta ka turgude irratsionaalset komponenti ehk emotsioone. Fundamentaalne analüüs psühholoogiliste teguritega üldjuhul ei arvesta, ent turud võivad olla kõvasti mõjutatud emotsioonidest, eriti majandustsükli erijuhtudel. Näiteks buumi ajal valitseb turgudel üldine eufooria seisund, krahhi ajal seevastu aga hirm ja paanika, mis omakorda mõjutavad ka üldise turu sentimendi kujunemist ja seeläbi hinna liikumise suunda. (Nison 1991: 9)

Küünalmustrid on hinnaliikumise mustrid, mis aitavad kirjeldada hetkel turul valitsevat meelestatust ja selle muutumist. Mida pikema ajalise käsitlemisega andmete puhul tuvastatakse küünalmustreid, seda usaldusväärsemaks neid peetakse. Näiteks, päevaste andmete põhjal tuvastatud küünalmustrid on usaldusväärsemad kui minutiliste andmete põhjal tuvastatud analoogsed mustrid. (Nison 1991: 25) Samuti sõltub mustri usaldusväärsus ka küünalde arvust. Kahest ja enamast küünlast koosnevaid mustreid peetakse tugevamateks kui ühest küünlast koosnevaid mustreid. (Nison 2003: 63) Käesolevas töös kasutatakse vähemalt kahest küünlast koosnevaid mustreid päevaste andmete põhjal. Kuna küünalmustrite graafiline tuvastamine on aga võrdlemisi subjektiivne, on käesolevas töös mustrid defineeritud ka matemaatiliselt, eesmärgiga läheneda analüüsile võimalikult objektiivselt.

1.2.1. *Piercing*

Piercing muster annab märku langeva trendi tõusule pöördumisest. Mustri struktuur koosneb kahest küünlast. Esimene küünal on must, see tähendab, et sulgemishind on allpool sama perioodi avamishinda. Teise küünla avamishind on allpool esimese küünla sulgemishinda ning sulgub kõrgemal esimese küünla avamis- ja sulgemishinna aritmeetilisest keskmisest. Muster sümboliseerib olukorda turul, kus viimastel päevadel on valitsenud tugev müügisurve ning signaalipäeval alustatakse kauplemist madalamalt hinnatasemelt ning päeva jooksul ostetakse alusvara piisavalt, et kinnitada müügisurve asendumine ostusurvega. (Nison 1994: 73-76) Selleks, et mustri olemusest paremini aru saada, lisab autor järgnevalt joonise, millel on *piercing* muster kirjeldatud.



Joonis 5. *Piercing* muster (autori koostatud).

Joonisel 5 on kujutatud *piercing* muster. Kuigi teoorias koosneb muster kahest küünlast (must ja valge), on joonisele veel lisatud kaks halli küünalt, mis illustreerivad, et muster peab esinema langeval turul, muidu minnakse vastuollu mustri olemusega. Käesolevas töös kirjeldab autor *piercing* mustrit 4 küünla abil ehk siis 3 esimest küünalt peavad kinnitama langeva hinna ja viimane küünal *piercing* mustri. Mustri matemaatilisel defineerimisel kasutab autor järgmisi tähistusi:

- C_k – sulgemishind perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$;
- O_k – avamishind perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$.

Käesolevas töös defineeritakse *piercing* muster matemaatilisel kujul järgmiselt.

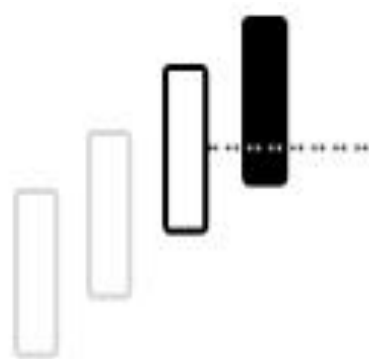
$$\begin{cases} C_{-3} > C_{-2} \\ C_{-2} > C_{-1} \\ C_{-1} > O_0 \\ C_0 > \frac{C_{-1} + O_{-1}}{2} \\ C_0 \leq O_{-1} \end{cases}$$

Piercing muster esineb siis ja ainult siis, kui on samaaegselt täidetud kõik eelnevalt välja toodud tingimused. Tingimuste süsteemis kirjeldavad esimesed kolm võrratust hindade langemise tingimust ehk siis eelmise kolme perioodi sulgemishinnad peavad järjest langema ja viimane avamishind peab olema madalam talle eelnenud sulgemishinnast, mis on märk tugevast langevast trendist. Neljas võrratus teeb kindlaks, et praegune sulgemishind oleks kõrgemal kui eelmise perioodi avamis- ja sulgemishinna aritmeetiline

keskmine, tähistamaks langeva trendi lõppemist/pöördumist. Viies võrratus teeb kindlaks, et praegune sulgemishind ei läheks üle eelmise perioodi avamishinna, sest sellisel juhul oleks tegemist juba *bullish engulfing* mustriga, mida käsitletakse eraldi mustrina (vaata peatükki 1.2.3.).

1.2.2. *Dark-cloud cover*

Mustreid *piercing* ja *dark-cloud cover* kasutatakse koos, kuna nad on sisuliselt samad mustrid, mida rakendatakse erineva suunaga trendide puhul. Muster *dark-cloud cover* koosneb samuti kahest küünlast. Esimene küünal on valge, see tähendab, et sulgemishind on kõrgemal sama perioodi avamishinnast. Teise küünla avamishind on kõrgemal esimese küünla sulgemishinnast ning sulgub madalamal esimese küünla avamis- ja sulgemishinna aritmeetilisest keskmisest. Muster sümboliseerib olukorda turul, kus viimastel päevadel on valitsenud tugev ostusurve ning signaalipäeval alustatakse kauplemist kõrgemalt hinnatasemelt ning päeva jooksul müüakse alusvara piisavalt, et kinnitada ostusurve asendumine müügisurvega. (Nison 1991: 43-48) Selleks, et mustri olemusest paremini aru saada, lisab autor järgnevalt joonise.



Joonis 6. *Dark-cloud cover* muster (autori koostatud).

Joonisel 6 on kujutatud *dark-cloud cover* muster. Kuigi teoorias koosneb muster kahest küünlast (valge ja must), on joonisele veel lisatud kaks halli raamiga küünalt, mis illustreerivad, et muster peab esinema tõusval turul, muidu minnakse vastuollu mustri olemusega. Käesolevas töös kirjeldatakse *dark-cloud cover* muster 4 küünla abil. Mustri matemaatilisel defineerimisel kasutab autor järgmisi tähistusi:

- C_k – sulgemishind perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$;
- O_k – avamishind perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$.

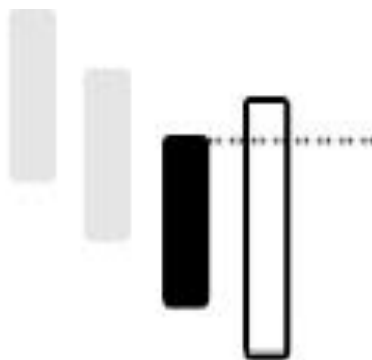
Käesolevas töös defineeritakse *piercing* muster matemaatilisel kujul järgmiselt.

$$\left\{ \begin{array}{l} C_{-3} < C_{-2} \\ C_{-2} < C_{-1} \\ C_{-1} < O_0 \\ C_0 < \frac{C_{-1} + O_{-1}}{2} \\ C_0 \geq O_0 \end{array} \right.$$

Dark-cloud cover muster esineb siis ja ainult siis, kui on samaaegselt täidetud kõik eelnevalt välja toodud tingimused. Tingimuste süsteemis kirjeldavad esimesed kolm võrratust hindade tõusmise tingimust ehk siis eelmise kolme perioodi sulgemishinnad peavad järjest kasvama ja viimane avamishind peab olema kõrgem talle eelnenud sulgemishinnast, mis on märk tugevast tõusvast trendist. Neljas võrratus teeb kindlaks, et praegune sulgemishind oleks madalamal kui eelmise perioodi avamis- ja sulgemishinna aritmeetiline keskmine, tähistamaks tõusva trendi lõppemist/pöördumist. Viies võrratus teeb kindlaks, et praegune sulgemishind ei läheks üle eelmise perioodi avamishinna, sest sellisel juhul oleks tegemist juba *bearish engulfing* mustriga, mida käsitletakse eraldi mustrina (vaata peatükki 1.2.4.).

1.2.3. **Bullish engulfing**

Muster *bullish engulfing* on olemuselt väga sarnane mustrile *piercing* ning annab ka märku langeva trendi tõusule pöördumisest. Muster moodustub kahest küünlast. Esimene küünal on must ehk küünla sulgemishind on madalam avamishinnast. Teise küünla avamishind on allpool esimese küünla sulgemishinnast ning sulgemishind kõrgem esimese küünla avamishinnast. Muster sümboliseerib olukorda turul, kus viimastel päevadel on valitsenud tugev müügisurve ning signaalipäeval alustatakse kauplemist madalamalt hinnatasemelt ning päeva jooksul ostetakse alusvara piisavalt, et kinnitada tugev müügisurve asendumine tugeva ostusurvega. (Nison 2003: 66) Selleks, et mustri olemusest paremini aru saada, toob autor järgnevalt joonise, millel on *bullish engulfing* muster kirjeldatud.



Joonis 7. *Bullish engulfing* muster (autori koostatud).

Joonisel 7 on kujutatud *bullish engulfing* muster. Kuigi teoorias koosneb muster kahest küünlast (must ja valge), on joonisele lisatud veel kaks halli küünalt, mis illustreerivad asjaolu, et muster peab esinema langeval turul, muidu minnakse vastuollu mustri olemusega. Samuti võib täheldada, et *bullish engulfing* muster on väga sarnane *piercing* mustrile (vaata joonis 5). *Bullish engulfing* muster on justkui *piercing* mustri erijuht, mis peaks suurema tõenäosusega tuvastama trendi pöördumist kui *piercing* mustri üldjuht. Käesolevas töös käsitleb autor mõlemat mustrit, et selgitada välja, kummagi mustri eripärad. Autor kirjeldab *bullish engulfing* mustrit 4 küünla abil ehk siis 3 esimest küünalt peavad kinnitama langeva trendi ja viimane *bullish engulfing* mustri. Mustri matemaatilisel defineerimisel kasutab autor järgmisi tähistusi:

- C_k – sulgemishind perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$;
- O_k – avamishind perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$.

Käesolevas töös defineeritakse *piercing* muster matemaatilisel kujul järgmiselt.

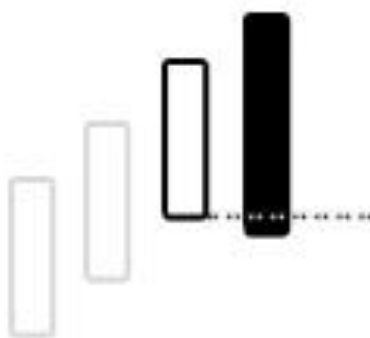
$$\begin{cases} C_{-3} > C_{-2} \\ C_{-2} > C_{-1} \\ C_{-1} > O_0 \\ C_0 > O_{-1} \end{cases}$$

Bullish engulfing muster esineb siis ja ainult siis, kui on samaaegselt täidetud kõik eelnevalt välja toodud tingimused. Tingimuste süsteemis kirjeldavad esimesed kolm võrratust hindade langemise tingimust ehk siis kolme esimese perioodi sulgemishinnad peavad järjest langema ja neljanda perioodi avamishind peab olema madalam talle

eelnenud sulgemishinnast, mis kirjeldab tugevalt langevat trendi. Neljas võrratus teeb kindlaks, et praegune sulgemishind oleks kõrgemal eelmisest avamishinnast, tähistamaks müügisurve pöördumist ostusurveks ehk siis langeva trendi lõppemist.

1.2.4. *Bearish engulfing*

Vastupidiselt *bullish engulfing* mustriale annab *bearish engulfing* muster märku tõusva trendi pöördumisest. Mustreid *bullish engulfing* ja *bearish engulfing* kasutatakse koos, kuna nad on sisuliselt samad mustrid, mida rakendatakse erineva suunaga trendide puhul. Muster *bearish engulfing* koosneb samuti kahest küünlast. Esimene küünal on valge ehk küünla sulgemishind on kõrgem avamishinnast. Teise küünla avamishind on kõrgemal esimese küünla sulgemishinnast ning sulgemishind madalam esimese küünla avamishinnast. Muster sümboliseerib olukorda turul, kus viimastel päevadel on valitsenud tugev ostusurve ning signaalipäeval alustatakse kauplemist kõrgemalt hinnatasemelt ning päeva jooksul müüakse alusvara piisavalt, et kinnitada tugeva ostusurve asendumine tugeva müügisurvega. (Nison 2003: 67) Selleks, et mustri olemusest paremini aru saada, toob autor järgnevalt joonise, millel on *bearish engulfing* muster kirjeldatud.



Joonis 8. *Bearish engulfing* muster (autori koostatud).

Joonisel 8 on kujutatud *bearish engulfing* muster. Kuigi teoorias koosneb muster kahest küünlast (valge ja must), on joonisele lisatud veel kaks halli raamiga küünalt, mis illustreerivad asjaolu, et muster peab esinema tõusval turul, muidu minnakse vastuollu mustri olemusega. Samuti võib täheldada, et *bearish engulfing* muster on väga sarnane *dark-cloud cover* mustriale (vaata joonis 6). *Bearish engulfing* muster on justkui

dark-cloud cover mustri erijuht, mis peaks suurema tõenäosusega tuvastama trendi pöördumist kui *dark-cloud cover* mustri üldjuht. Käesolevas töös käsitleb autor mõlemat mustrit, et selgitada välja, kummagi mustri eripärad. Autor kirjeldab *bearish engulfing* mustrit 4 küünla abil ehk siis 3 esimest küünalt peavad kinnitama tõusva trendi ja viimane *bearish engulfing* mustri. Mustri matemaatilisel defineerimisel kasutab autor järgmisi tähistusi:

- C_k – sulgemishind perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$;
- O_k – avamishind perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$.

Käesolevas töös defineeritakse *piercing* muster matemaatilisel kujul järgmiselt.

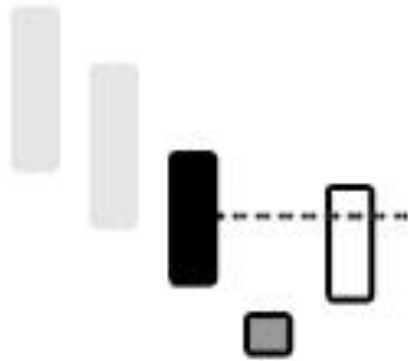
$$\begin{cases} C_{-3} < C_{-2} \\ C_{-2} < C_{-1} \\ C_{-1} < O_0 \\ C_0 < O_{-1} \end{cases}$$

Bearish engulfing muster esineb siis ja ainult siis, kui on samaaegselt täidetud kõik eelnevalt välja toodud tingimused. Tingimuste süsteemis kirjeldavad esimesed kolm võrratust hindade tõusmise tingimust ehk siis kolme esimese perioodi sulgemishinnad peavad järjest kasvama ja neljanda perioodi avamishind peab olema kõrgem talle eelnenud sulgemishinnast, mis kirjeldab tugevalt tõusvat trendi. Neljas võrratus teeb kindlaks, et praegune sulgemishind oleks madalamal eelmisest avamishinnast, tähistamaks ostusurve pöördumist müügisurveks ehk siis tõusva trendi lõppemist.

1.2.5. *Morning star*

Muster *morning star* annab märku langeva trendi tõusule pöördumisest. Muster moodustub kolmest küünlast. Esimene küünal on must ehk küünla sulgemishind on madalam avamishinnast. Teine küünal võib olla nii must kui ka valge, kuid peab olema väiksem teda ümbritsevatest küünaldest ning asuma madalamal teda ümbritsevate küünalde kehadest. Kolmas küünal on valge ning tema sulgemishind on esimese küünla avamis- ja sulgemishinna aritmeetilise keskmisega vähemalt sama kõrgel. Muster sümboliseerib olukorda turul, kus viimastel päevadel on valitsenud tugev müügisurve, signaalipäevale eelneval päeval on surve veidi raugenud ning signaalipäeval alustatakse

kauplemist juba kõrgemalt hinnatasemelt ning päeva jooksul ostetakse alusvara piisavalt, et kinnitada müügisurve asendumine ostusurvega. Ideaalses mustris on vahe ka teise küünla keha ülemise väärtuse ja kolmanda küünla avamishinna vahel, kuid see on väga harv nähtus ning selle puudumine ei vähenda mustri usaldusväärsust. (Nison 1991: 56-59) Selleks, et mustri olemusest paremini aru saada, toob autor järgnevalt välja joonise, millel on muster *morning star* kirjeldatud.



Joonis 9. *Morning star* muster (autori koostatud).

Joonisel 9 on kujutatud *morning star* muster. Kuigi teoorias koosneb muster kolmest küünlast (must, must/valge ja valge), on joonisele lisatud veel kaks halli küünalt, mis illustreerivad, et muster peab esinema langeval turul, muidu minnakse vastuollu mustri olemusega. Käesolevas töös kirjeldab autor *morning star* mustrit 5 küünla abil, millest esimesed 3 kinnitavad langeva trendi ning viimased 2 kinnitavad *morning star* mustri. Mustri matemaatilisel defineerimisel kasutab autor järgmisi tähistusi:

- C_k – sulgemishind perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$;
- O_k – avamishind perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$.
- P_k – küünla keha pikkus perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$. Küünla keha pikkus leitakse arvutusvalemiga $|C_k - O_k|$.

Käesolevas töös defineeritakse *morning star* muster matemaatiliselt järgmiselt.

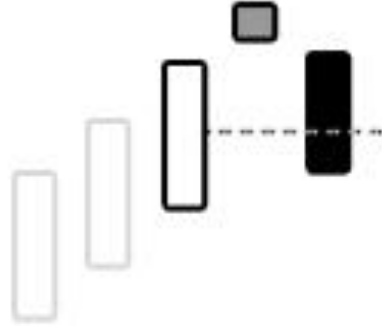
$$\left\{ \begin{array}{l} C_{-4} > C_{-3} \\ C_{-3} > C_{-2} \\ C_{-2} > \max(C_{-1}; O_{-1}) \\ P_{-1} < 0.5 \cdot \min(P_0; P_{-2}) \\ O_0 \geq \max(C_{-1}; O_{-1}) \\ C_0 \geq \frac{C_{-2} + O_{-2}}{2} \end{array} \right.$$

Morning star muster esineb siis ja ainult siis, kui on samaaegselt täidetud kõik eelnevalt välja toodud tingimused. Tingimuste süsteemis kirjeldavad esimesed kolm võrratust hindade langemise tingimust ehk siis eelmise kolme perioodi sulgemishinnad peavad järjest langema ja eelviimase küünla keha kõrgem osa peab olema madalam talle eelnenud sulgemishinnast, mis on märk tugevast langevast trendist. Neljas võrratus teeb kindlaks, et eelviimase küünla keha oleks vähemalt poole väiksem kui teda ümbritsevast kahest küünlast lühema kehaga olev küünal. Viies võrratus määrab tingimuse, et viimane avamishind oleks vähemalt samal tasemel või kõrgemal kui eelmise küünla keha kõrgem osa. Viimane tingimus teeb kindlaks, et viimane sulgemishind oleks vähemalt samal tasemel või kõrgemal kui üle-eelmise küünla keha keskkohal.

1.2.6. *Evening star*

Vastupidiselt *morning star* mustriks annab muster *evening star* märku tõusva trendi pöördumisest. Mustreid *morning star* ja *evening star* kasutatakse koos, kuna nad on sisuliselt samad mustrid, mida rakendatakse vastassuunaliste trendide puhul. Esimene küünal on valge ehk küünla sulgemishind on kõrgemal avamishinnast. Teine küünal võib olla nii must kui ka valge, kuid peab olema väiksem teda ümbritsevatest küünaldest ning asuma kõrgemal teda ümbritsevate küünalde kehade vahel. Kolmas küünal on must ning tema sulgemishind on esimese küünla avamis- ja sulgemishinna aritmeetilise keskmisega vähemalt sama madalal. Muster sümboliseerib olukorda turul, kus viimastel päevadel on valitsenud tugev ostusurve ning signaalipäevale eelneval päeval on surve veidi raugenud ning signaalipäeval alustatakse kauplemist juba madalamalt hinnatasemelt ning päeva jooksul müüakse alusvara piisavalt, et kinnitada ostusurve asendumine müügisurvega. Ideaalses mustris on vahe ka teise küünla keha alumise väärtuse ja kolmanda küünla avamishinna vahel, kuid see on nii harv nähtus ning selle puudumine ei vähenda mustri

usaldusväärst. (Nison 1991: 59-64) Selleks, et mustri olemusest paremini aru saada, toob autor järgnevalt välja joonise, millel on muster *evening star* kirjeldatud.



Joonis 10. *Evening star* muster (autori koostatud).

Joonisel 10 on kujutatud *evening star* muster. Kuigi teoorias koosneb muster kolmest küünlast (valge, valge/must ja must), on joonisele lisatud veel kaks halli raamiga küünalt, mis illustreerivad, et muster peab esinema tõusval turul, muidu minnakse vastuollu mustri olemusega. Käesolevas töös kirjeldab autor *evening star* mustrit 5 küünla abil, millest esimesed 3 kinnitavad tõusva trendi ning viimased 2 kinnitavad *evening star* mustri. Mustri matemaatilisel defineerimisel kasutab autor järgmisi tähistusi:

- C_k – sulgemishind perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$;
- O_k – avamishind perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$.
- P_k – küünla keha pikkus perioodil k , kus $k = \{0, -1, \dots, -n\}$. Küünla keha pikkus leitakse arvutusvalemiga $|C_k - O_k|$.

Käesolevas töös defineeritakse *morning star* muster matemaatiliselt järgmiselt.

$$\left\{ \begin{array}{l} C_{-4} < C_{-3} \\ C_{-3} < C_{-2} \\ C_{-2} < \min(C_{-1}; O_{-1}) \\ P_{-1} < 0.5 \cdot \min(P_0; P_{-2}) \\ O_0 \leq \min(C_{-1}; O_{-1}) \\ C_0 \leq \frac{C_{-2} + O_{-2}}{2} \end{array} \right.$$

Evening star muster esineb siis ja ainult siis, kui on samaaegselt täidetud kõik eelnevalt välja toodud tingimused. Tingimuste süsteemis kirjeldavad esimesed kolm võrratust

hindade tõusmise tingimust ehk siis eelmise kolme perioodi sulgemishinnad peavad järjest kasvama ja eelviimase küünla keha madalam osa peab olema kõrgem talle eelnenud sulgemishinnast, mis on märk tugevast tõusvast trendist. Neljas võrratus teeb kindlaks, et eelviimase küünla keha oleks vähemalt poole väiksem kui teda ümbritsevast kahest küünlast lühema kehaga olev küünal. Viies võrratus määrab tingimuse, et viimane avamishind oleks vähemalt samal tasemel või madalamal kui eelmise küünla keha madalam osa. Viimane tingimus teeb kindlaks, et viimane sulgemishind oleks vähemalt samal tasemel või madalamal kui üle-eelmise küünla keha keskkohal.

1.3. Hinna inertsuse ja turu sentimendi indikaatori kombineerimine – varasemad uurimused

Kuna nii küünalmustrid kui ka MACD on tehnilise analüüsi meetoditena võrdlemisi populaarsed, leidub nende kohta ka hulgaliselt varasemalt läbi viidud uurimusi. Näiteks, Raimonds Lieksnis'i 2008. aastal avaldatud artiklis „*The Predictive Power of Candlestick Price Patterns in the Baltic Stock Market*“ rakendati küünalmustreid Baltikumi aktsiaturgudel. Sarnaselt käesolevale tööle, kasutas ka Lieksnis oma artiklis mustreid *morning star* ja *evening star*, kuid paraku ei tuvastanud autor mustrit *evening star* üle kahe aasta pikkustest andmeridast ühtegi korda, mistõttu jäeti see analüüsist kõrvale. Tulemusena leiti, et mustrit *morning star* tuvastati langeval turul 39 korda ja 14 korral (36% ajast) järgnes mustrile trendi pöördumine, mille põhjal autor järeldas, et küünalmustrite kasumlik kasutamine Baltikumi aktsiaturgudel ei ole võimalik. Artikli autor seadis aga tulemused kahtluse alla, kuna esinenud mustritest saadi väike valim, mistõttu saadud tulemus ei pruugi olla objektiivne. Teiseks, leidis autor, et kasutatavad andmed ei olnud testimiseks ehk kõige paremad, kuna küünalmustreid tuvastatakse trendival turul, ent tema poolt käsitletavat Baltikumi aktsiaturgude aktsiad olid trendivad vaid 39% ajast. Võrdluseks toodi S&P 500 aktsiaindeks, mis on selgelt trendiv umbes 90% ajast. Käesoleva töö autor rakendab analüüsi suuremate aktsiaindeksite (sh S&P 500) põhjal ning vaatluse alla võetakse 16 aasta andmed, et vältida vigu, mille artikli autor välja tõi.

2012. aasta alguses avaldatud artiklis „*Tests for Two-Day Candlestick Patterns in the Emerging Equity Market of Taiwan*“ testisid autorid aktsiaindeksis Taiwan 50 olevate ettevõtete ajalooliste aktsiahindade põhjal 24 erinevat kahest küünlast koosnevat mustrit. Artikli tulemusena leiti, et küünalmustritel on prognoosivõime Taiwani aktsiaturul. Siiski, said nad tulemustena, et Nisoni raamatus (1991) välja toodud mustrite kasutamine ei osutunud kasumlikuks. Artikli tulemusena jõuti samadele järeldustele nagu Brock *et al.* (1992) ja Lai *et al.* (2010), kes leidsid, et ostusignaale andvad mustrid tagavad kõrgemad keskmised tootlused kui müügisignaale andvad mustrid. Autorid usuvad, et tööd oleks võimalik edasi arendada, võttes vaatluse alla ka küünalde vertikaalsed jooned ehk varjud (inglise keeles *shadows*) ning samuti ka kauplemistehingute arvud (inglise keeles *volume*).

Seevastu aga 2012. aasta aprillis avaldatud artiklis „*Profitable Candlestick Trading Strategies – The Evidence from a New Perspective*“ kasutavad autorid ka käesolevas töös kasutatavaid mustreid *piercing*, *bullish engulfing*, *dark-cloud cover*, *bearish engulfing*. Analüüs viiakse läbi jällegi aktsiaindeksi Taiwan 50 ettevõtete aktsiate põhjal ning jõutakse järeldusele, et eelmises artiklis tehtud järeldus, et Nisoni raamatus (1991) olevad mustrid ei genereeri kasumit, on vale. Tulemus saadi erinev, kuna seekord lähtuti põhimõttest, et võetakse mustri järgi positsioon ja sulgetakse positsioon järgmise mustri ilmnemisel ning kui positsioon teenis kasumit, siis on tegemist õige signaaliga. Varasemalt defineeriti trendi pöördumine teiste kriteeriumite alusel, mis ei arvestanud seda, et turg ei reageeri kogu aeg sama kiiresti. Kinnitust saab jällegi asjaolu, et ostusignaale andvad mustrid on kasumlikumad kui müügisignaale andvad mustrid. Artikli autorid soovivad siduda küünalmustrid tehniliste vahenditega, mis aitaksid tuvastada inertsuse (inglise keeles *momentum*) pöördumisi, mida ka MACD teoreetiliselt teeb. Käesoleva töö autor on kasutusele võtnud varasemate uuringute autorite poolt kasumlikeks tunnistatud küünalmustrid ning lähtudes viimases artiklis tehtud soovitusel, seotakse küünalmustritega ka inertsusindikaator MACD.

1992. aastal Brock *et al.* poolt avaldatud artiklis „*Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns*“ uurivad autorid kaht lihtsat tehnilise analüüsi meetodit, millest üks on libisevate keskmiste lõikumine. Autorid käsitlevad kõige

lihtsamat MACD poolt antavat signaali ehk MACD lõikumist nulljoonega. Signaale analüüsitakse *Dow Jones Industrial Average* (DJIA) andmete põhjal ajavahemikus 1897 – 1986, mis on ligikaudu 90 aastat. Autorid viisid läbi hulgaliselt erinevaid statistilisi teste ning jõudsid järelduseni, et nende poolt uuritud tehnilise analüüsi meetodititega on vaadeldavas ajavahemikus võimalik teenida märkimisväärselt rohkem tulu kui võrdluses oleva osta-hoia strateegiaga. Siiski, artikli autorid kasutasid vaid viit erinevat libisevate keskmiste kombinatsiooni, milles ühe libiseva keskmise arvutamisel kasutati võrdlemisi lühikest ning teise libiseva arvutamiseks pikka tagasivaateperioodi, näiteks 2-200 või 5-150.

2008. aastal Fernandez-Blanco *et al.* poolt avaldatud artikkel käsitleb tehnilise indikaatori MACD parameetrite optimeerimist. Nende töö käigus ilmnas, et erinevate alusvarade puhul erinevate parameetrite kasutamine on kasumlikum, siiski kasutati testi käigus vaid üht MACD poolt genereeritavat signaalitüüpi – lõikumist signaaljoonega. Tulemusena saadi, et optimeerimisel saadud tulemused olid märkimisväärselt kõrgemad kui osta-hoia strateegia puhul. Samuti avaldub töös mõte, et MACD signaalide parandamiseks tuleks neid siduda millegagi, mis kirjeldaks turu sentiment, milleks autor valis küünalmustrid. Käesoleva töö autor võtab vaatluse alla kolm MACD poolt genereeritavat signaalitüüpi ning optimeerib parameetreid parima tulemuseni jõudmiseks.

Kuna küünalmustrid viitavad turu sentimentide muutumisele ja MACD signaalid pigem hinna liikumise inertsuse muutumisele, siis kombineerib autor käsitletavaid signaale nii, et kui esineb turu sentimentide muutumisele viitav küünalmuster, millele järgneb hinna inertsuse muutumisele viitav signaal vähemalt 7 päeva jooksul, siis tehakse MACD signaali saamisel ostu- või müügitehing. Ehk siis selleks, et vältida tugeva trendi ajal MACD poolt tehtavaid ennatlikke valesid signaale, seob autor küünalmustrid MACD signaalidega nii, et MACD poolt antavaid signaale ei käsitleta ostu- või müügisignaali, kui talle ei ole eelnenud lähiajal turu sentimentide muutumisele viitavad küünalmustrid.

2. TEHNILISE ANALÜÜSI INDIKAATORI MACD SIGNAALIDE KOMBINEERIMINE KÜÜNALMUSTRITEGA SUUREMATE AKTSIAINDEKSITE PÕHJAL

2.1. Andmed ja metoodika

Analüüsi läbiviimiseks on autor valinud viis suuremat aktsiaindeksit, püüdes hõlmata aktsiaindekseid, mis kirjeldavad erinevaid majanduskeskkondi. Käesolevas töös kasutatakse järgnevalt kirjeldatud aktsiaindekseid.

- **Standard & Poor's 500** on laialt tunnustatud kui parim eraldiseisvalt kasutatav instrument kirjeldamaks USA aktsiaturge, kuna hõlmab endas 500 kõige kõrgema turuväärtusega (aktsiate koguväärtusega) USA ettevõtte aktsiaid ning seeläbi kirjeldab Standard & Poor's 500 ligikaudu 75% USA aktsiaturgudest, mistõttu annab indeksi liikumise suund informatsiooni ka USA üldise majanduspildi kohta. (S&P U.S. Indices ... 2012: 3-20)
- **NASDAQ Composite** on aktsiaindeks, mis hõlmab endas üle 3000 ettevõtte aktsia, mis on noteeritud NASDAQ-i aktsiaturul. Aktsiaindeks hõlmab ettevõtteid nii USA-st kui ka mujalt ning ettevõtete osakaal indeksis määratakse ettevõtte turuväärtuse järgi. NASDAQ Composite indeksit kasutatakse tihtipeale tehnoloogia ettevõtete ja kiirelt kasvavate ettevõtete aktsiate tulemuslikkuse hindamise indikaatorina. (NASDAQ Composite Index ... 2012: 1-2)
- **Nikkei 225** on kõige populaarsem Jaapani aktsiaturge kirjeldav indeks, mis hõlmab endas 225 Tokyo aktsiaturu ettevõtte aktsiaid. Nikkei 225 aktsiaindeks arvutatakse hinnakaalumise teel, kus ühikuks on jeen. Aktsiad kaalutakse indeksis nimiväärtusega 50 jeeni aktsia kohta, mis tähendab, et 50-jeeniline muutus aktsiahinnas mõjutab aktsiaindeksit ühtmoodi nii 5-jeenilise kui ka 500-jeenilise

hinnaga aktsia puhul. Nikkei 225 aktsiaindeks on loodud peegeldama turgu üldiselt, mistõttu ei ole kaalumisi harude lõikes. (Nikkei Stock Average ... 2011: 2-11)

- **FTSE 100** on aktsiaindeks, mis hõlmab endas Londoni börsil noteeritud 100 suurima turuväärtusega ettevõtte aktsiaid. Aktsiaindeksi FTSE 100 ettevõtted kirjeldavad ligikaudu 80% Londoni börsist, mistõttu annab aktsiaindeks hea ülevaate ka Suurbritannia majandusest üldiselt. (Guide to Calculation ... 2010: 4-9)
- **DAX 30** on aktsiaindeks, mis hõlmab endas Frankfurdi börsil noteeritud 30 suurima turuväärtusega ettevõtte aktsiaid. DAX 30 aktsiaindeksis olevate ettevõtete turuväärtus moodustab ligikaudu 70% Saksamaa ettevõtete turukapitalisatsioonist, mistõttu annab DAX hea ülevaate Saksamaa majandusest ning seeläbi üldisemast majanduspildist euroalas. (Guide to the ... 2013: 2-9)

Autor kasutab töös eelnevalt kirjeldatud aktsiaindeksite päevaseid andmeid, võttes vaadeldavaks ajavahemikuks 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012, mis annab autorile 5 16-aastast aegrida, mis on autori hinnangul piisav analüüsi läbiviimiseks ja järeldusteni jõudmiseks. Autori arvates on valitud ajavahemik ka seetõttu sobiv, et hõlmab endas nii buume kui ka neile järgnevaid krahhe. Andmed pärinevad *Yahoo!* finantsandmebaasidest ning käesolevas töös kasutatakse päevaseid sulgemishindasid, mis on kohandatud dividendimaksetega.

Selleks, et leida tõhusamad MACD signaalid, optimeeritakse parameetreid maksimeerides juurdekasvutempot iga aktsiaindeksi puhul eraldi, kuna erinevad hinnaliikumise karakteristikud (näiteks volatiilsus) on tõenäoliselt aktsiaindeksite lõikes erinevad, mistõttu võivad sobida erinevatele aktsiaindeksitele erinevad parameetrite kombinatsioonid. Selleks, et hinnata teatud signaalitüübi tõhusust vaadeldakse erinevate aktsiaindeksite põhjal optimeerimise käigus leitud juurdekasvutempode aritmeetiline keskmine ning lisaks hinnatakse, kui suure osa trendist on signaalid tuvastanud. Aktsiaindeksi juurdekasvutempo leidmiseks vaadeldavas ajavahemikus liidetakse päevased juurdekasvutempod ehk siis autor lähtub põhimõttest, et kasumit ei reinvesteerita. Võimalikult tõhusad trendi tuvastavad signaalid peaksid olema kõrgema

juurdekasvutempoga ning katma enamus trendide kestusest, mis näitab, et suudetakse liikuda suurem osa ajast trendiga samas suunas. Mida madalam on juurdekasvutempo, seda vähem liigutakse trendiga samas suunas ning mida lühem on signaalide põhjal tehtud ostu- ja müügitehingute kestus võrdluses trendide kestusega, seda vähem suudavad signaalid trende kirjeldada. Samas, kui eesmärgiks oleks leida võimalikult efektiivne signaalide tüüp varade juhtimise seisukohast, siis võiks tehingute kestuse asemel arvestada pigem tehingute arvu ja näiteks juurdekasvude standardhälvetega, mille abil hinnata riske.

MACD nulljoonega lõikumise signaalide puhul võetakse libisevate keskmiste arvutamiseks päevade arvud vahemikust 5 kuni 200, mis peaks autori arvates olema piisav, kuna libisevate keskmistega trendide tuvastamisel kasutatakse tihtipeale 50, 100 ja 200 päeva libisevaid keskmisi. MACD signaaljoonega lõikumise signaalide puhul võetakse MACD joone moodustavate libisevate keskmiste arvutamiseks samuti päevade arvud vahemikust 5 kuni 200 ning signaaljoone arvutamiseks käsitletakse päevade arvu vahemikus 3 kuni 25. MACD lahknemise ja koondumise signaalide puhul kasutatakse MACD joone moodustavate libisevate keskmiste arvutamiseks vahemikku 5 kuni 70, signaaljoone arvutamiseks kasutatakse väärtusi vahemikus 3-25 ning tippude ja põhjade tuvastamiseks hinnaliikumises kasutatakse *zigzag* indikaatorit, kasutades parameetreid vahemikus 3 kuni 12 protsenti. Viimase signaalitüübi puhul pidi autor käsitlema kitsamaid vahemikke, kuna parameetreid oli rohkem ja algoritm oli tunduvalt keerulisem, mistõttu tuli arvestada ka tehniliste piirangutega. Siiski, on käsitletavad vahemikud tunduvalt laiemad kui teoorias välja toodud vahemikud (vt ka lk 10).

Kui on leitud MACD kõige tõhusam trendi tuvastamise signaal, kombineerib autor vastavat signaali käesolevas töös kirjeldatud küünalmustritega, et hinnata, kas küünalmustrite lisamisel on võimalik trendide tuvastamist tõhustada. Kuna käsitletavad küünalmustrid annavad aimu turusentimendi muutumisest ja MACD tuvastab muutusi inertsuses, siis peaks autori arvates olema loogiline, et küünalmuster eelneb MACD poolt antavale signaalile. Näiteks, turu positiivsele meelestatusele pöördumisele viitav küünalmuster saab esineda vaid langeval turul ning üldjuhul peaksid mustrid ilmnema hinna ekstreemväärtustele väga lähedal, aga kuna MACD põhineb libisevatel keskmistel,

mis annavad signaale mõningase viitajaga, siis saadakse MACD signaalid inertsuse muutumisest tõenäoliselt alles mõnda aega hiljem. Autor kombineerib küünalmustreid nii, et MACD poolt antav signaal loetakse signaaliks siis, kui talle eelneb 7 päeva jooksul vastav küünalmuster, mis annab aimu turusentimendi pöördumisest. Küünalmustreid kasutatakse vaid positsiooni avamisel, see tähendab, et tehingusse sisenemisel kasutatakse MACD signaale, mis on kombineeritud küünalmustritega, kuid väljumisel kasutatakse vaid MACD signaale. Seejärel annab autor hinnangu, kas küünalmustrite lisamine MACD signaalidele aitab trende kindlamalt tuvastada, kasutades hindamisel sama meetodikat, mida kasutati MACD signaalide hindamisel. Autor kasutab optimeerimise läbiviimisel finantsmatemaatika programmi Matlab.

2.2. Tehnilise analüüsi indikaatori MACD signaalide optimeerimine

Käesolevas alapeatükis annab autor ülevaate MACD signaalide optimeerimisel saadud tulemustest ja teeb valiku, millist signaali kombineerida küünalmustritega. Esimese signaalina optimeeris autor MACD lõikumisi nulljoonega, kasutades libisevate keskmiste väärtusi vahemikus 5-200. Alljärgnev tabel 1 annab ülevaate MACD nulljoonega lõikumise signaalide parameetrite optimeerimise tulemustest.

Tabel 1. MACD nulljoonega lõikumise signaalide parameetrite optimeerimisel saadud tulemused ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012.

		SP500	FTSE	NIKKEI	NASDAQ	DAX	Keskmine
Ost	Juurdekasvutempo (%)	114,31	64,85	64,41	195,88	179,83	123,86
	EMA1	97	164	14	11	10	
	EMA2	107	167	48	50	17	
Müük	Juurdekasvutempo (%)	40,33	19,07	86,01	52,59	40,13	47,63
	EMA1	90	140	14	11	14	
	EMA2	185	192	48	50	147	
Juurdekasvutempo kokku (%)		154,64	83,92	150,42	248,47	219,96	171,48
Osta-hoia juurdekasvutempo (%)		73,72	45,58	-23,15	142,46	147,21	77,16

Allikas: autori arvutused.

Tabelis 1 on välja toodud ostu- ja müügisignaali genereerimiseks kasutatavad MACD joone libisevate keskmiste päevade arvud ridadel EMA1 ja EMA2 ning juurdekasvutempod aktsia indeksite lõikes ja keskmised juurdekasvutempod üle vaadeldavate aktsiaindeksite. Tabelis 1 on näha, et ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012 saavutati MACD nulljoonega lõikumisel saadud ostu- ja müügisignaalidega üle indeksite keskmiselt märkimisväärselt kõrgem juurdekasvutempo kui osta-hoia strateegia puhul (ligikaudu 2,22 korda kõrgem). MACD nulljoonega lõikumisel saadud signaalide puhul saadakse aastaseks keskmiseks juurdekasvutempoks ligikaudu 10,69% ühe indeksi kohta, sama näitaja osta-hoia puhul on ligikaudu 4,82%. MACD signaalidega tehinguid tehes olid üldjuhul juurdekasvutempod ostusignaali puhul suuremad, välja arvatud Nikkei aktsiaindeksi puhul. Tulemused on ka loogilised, sest kõik vaadeldavad aktsiaindeksid, v.a Nikkei, on olnud 16-aastases perspektiivis kasvutrendis, Nikkei näitab aga langustrendi. Siiski võib täheldada positiivset juurdekasvutempot ka pikaajalise liikumissuunaga vastassuunas kaubeldes, ent tulemus on üldjuhul märkimisväärselt kehvem kui pikaajalise liikumissuunaga ühes suunas kaubeldes.

Kõige kõrgema juurdekasvutempo MACD metoodikal andsid DAX ja Nasdaq Composite, seda ilmselt ka seetõttu, et aktsiaindeksid olid ajas kõrgema juurdekasvutempoga kui teised võrdluses olevad aktsiaindeksid. Nimelt, olid mainitud aktsiaindeksite juurdekasvutempod ka osta-hoia puhul 2 ja enam korda suuremad kui teiste võrdluses olevate aktsiaindeksite puhul. Kõige väiksem juurdekasvutempo MACD metoodikal saadi aktsiaindeksi FTSE põhjal. Autor peab aga huvitavaks tulemusi Nikkei indeksi põhjal. Nimelt, osta-hoia strateegiaga saadakse juurdekasvutempo negatiivne, ent MACD metoodikal saadud juurdekasvutempo on ligikaudu sama suur kui Standard & Poor's 500 aktsiaindeksi puhul. Üldiselt levib seaduspära, et mida kõrgem saadakse juurdekasvutempo osta-hoia strateegiaga, seda kõrgem on juurdekasvutempo MACD ja nulljoonega lõikumisest saadud signaalidega tehinguid tehes, paraku Nikkei indeksi puhul see justkui ei kehti. Autori arvates võib olla põhjuseks asjaolu, et Nikkei puhul ei ole tegemist tugevalt trendiva aktsiaindeksiga, mistõttu võimaldab ta kasumlikult rakendada MACD nulljoonega lõikumisest saadavaid signaale nii ostu- kui ka

müügitehingute tegemisel ilma, et minna vastuollu suurema trendi suunal tehingute sooritamisega. Üldiselt kumab aga tulemustest läbi, et tehinguid tuleks sooritada pikema trendi suunas, kuid seejuures tuleb arvestada ka trendi tugevusega.

Teise MACD poolt antava signaalina käsitles autor MACD lõikumist signaaljoonega, andes MACD joone moodustavatele libisevatele keskmistele väärtusi vahemikus 5-200 ning signaaljoonele vahemikus 3-25. Alljärgnev tabel 2 annab ülevaate MACD signaaljoonega lõikumise signaalide parameetrite optimeerimise tulemustest.

Tabel 2. MACD signaaljoonega lõikumise signaalide parameetrite optimeerimisel saadud tulemused ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012.

		SP500	FTSE	NIKKEI	NASDAQ	DAX	Keskmine
Ost	Juurdekasvutempo (%)	67,55	37,08	36,45	185,72	164,32	98,22
	EMA1	154	85	55	76	78	
	EMA2	174	189	172	78	104	
	EMA3	9	25	10	3	19	
Müük	Juurdekasvutempo (%)	-0,19	-6,92	69,44	39,37	42,26	28,79
	EMA1	170	85	82	162	98	
	EMA2	200	189	132	197	106	
	EMA3	5	25	9	4	19	
Juurdekasvutempo kokku (%)		67,36	30,16	105,89	225,09	206,58	127,02
Osta-hoia juurdekasvutempo (%)		73,72	45,58	-23,15	142,46	147,21	77,16

Allikas: autori arvutused.

Tabelis 2 on välja toodud ostu- ja müügisignaalide genereerimiseks kasutatavad MACD joone libisevate keskmiste päevade arvud ridadel EMA1 ja EMA2, signaaljoone arvutamiseks päevade arv real EMA3 ning juurdekasvutempod aktsiaindeksite lõikes ja keskmised juurdekasvutempod üle vaadeldavate aktsiaindeksite. Tabelis 2 on näha, et ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012 saavutati MACD signaaljoonega lõikumisel saadud ostu- ja müügisignaalidega üle indeksi keskmiselt kõrgem juurdekasvutempo kui osta-hoia strateegia puhul (ligikaudu 1,65 korda kõrgem). MACD signaaljoonega lõikumisel saadud signaalide puhul saadakse aastaseks keskmiseks

juurdekasvutempoks ligikaudu 7,94% ühe indeksi kohta, sama näitaja osta-hoia puhul on ligikaudu 4,82%. MACD signaaljoonega lõikumisel saadavate signaalide põhjal tehinguid tehes saadi osta-hoia strateegiast kõrgem juurdekasvutempo kolmel juhul viiest. MACD meetodikal saadi osta-hoia strateegiast kõrgem juurdekasvutempo tugevalt kasvavate aktsiaindeksite (Nasdaq ja DAX) ja nõrga langeva trendiga Nikkei puhul. Kõige madalam juurdekasvutempo saadi jällegi FTSE aktsiaindeksi puhul.

Ka tabelis 2 toodud tulemustest avaldub trendi tähtsus tehnilises analüüsis ehk siis kõrgem juurdekasvutempo ilmneb pikema trendiga samas suunas tehinguid tehes, see tähendab, et tõusva trendiga turul saadakse suuremat tulu ostutehinguid tehes. Siiski, on MACD signaaljoonega lõikumisel saadud signaalide keskmine juurdekasvutempo üle aktsiaindeksite oluliselt väiksem kui oli seda MACD nulljoonega lõikumisel saadud signaalide puhul (ligikaudu 0.74 korda väiksem).

Viimase MACD poolt antava signaalina käsitles autor MACD lahknemisi ja koondumisi MACD joone ja hinna vahel, andes optimeerimisel MACD joone moodustamiseks libisevatele keskmistele väärtusi vahemikus 5-70, signaaljoone arvutamiseks vahemikus 3-25 ning tippude ja põhjade tuvastamiseks vaadeldi hinnaliikumisi vahemikus 3-12%. Alljärgnev tabel 3 annab ülevaate MACD lahknemise ja koondumise signaalide parameetrite optimeerimise tulemustest.

Tabel 3. MACD lahknemise ja koondumise signaalide parameetrite optimeerimisel saadud tulemused ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012.

		SP500	FTSE	NIKKEI	NASDAQ	DAX	Keskmine
Ost	Juurdekasvutempo (%)	43,07	35,90	72,84	109,37	59,52	64,14
	EMA1	13	12	14	12	5	
	EMA2	41	17	20	23	8	
	EMA3	14	4	5	3	12	
	Liikumisulatus (%)	4	7	7	11	3	
Müük	Juurdekasvutempo (%)	33,81	27,51	76,38	64,15	59,45	52,26
	EMA1	10	10	12	10	8	
	EMA2	16	28	59	21	40	
	EMA3	8	5	3	4	20	
	Liikumisulatus (%)	3	5	4	3	3	
Juurdekasvutempo kokku (%)		76,88	63,41	149,22	173,52	118,97	116,40
Osta-hoia juurdekasvutempo (%)		73,72	45,58	-23,15	142,46	147,21	77,16

Allikas: autori arvutused.

Tabelis 3 on välja toodud ostu- ja müügisignaali genereerimiseks kasutatavad MACD joone libisevate keskmiste päevade arvud ridadel EMA1 ja EMA2, signaaljoone arvutamiseks päevade arv real EMA3, tippude ja põhjade tuvastamiseks vajalik minimaalne hinna liikumisulatus ning juurdekasvutempod aktsia indeksite lõikes ja keskmised juurdekasvutempod üle vaadeldavate aktsiaindeksite. Tabelis 3 on näha, et ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012 saavutati MACD koondumisest ja lahknemisest hinnaga saadud ostu- ja müügisignaali üle indeksite keskmiselt kõrgem juurdekasvutempo kui osta-hoia strateegia puhul (ligikaudu 1,51 korda kõrgem). MACD koondumisest ja lahknemisest hinnaga saadud signaali puhul saadakse aastaseks keskmiseks juurdekasvutempoks ligikaudu 7,28% ühe indeksi kohta, sama näitaja osta-hoia puhul on ligikaudu 4,82%.

MACD koondumisest ja lahknemisest hinnaga saadud signaalid ei viita otseselt asjaolule, et tuleks teha tehinguid pikaajalise trendi suunas, kuna ostutehingute pealt saadud keskmine juurdekasvutempo ei ole märkimisväärselt suurem müügitehingutega saadud

juurdekasvutempost. See aga ei tähenda, et pikema trendi suunas tehingute sooritamine ei oleks kõrgema juurdekasvutempoga, kuid tabelis 3 olevate tulemuste põhjal see nii selgelt ei avaldu. Ka tabelist 3 on näha, et kõige kõrgemad juurdekasvutempod olid MACD metoodikal aktsiaindeksitel Nasdaq Composite, Nikkei ja DAX. Kõige madalam juurdekasvutempo MACD metoodikal oli jällegi aktsiaindeksil FTSE. Tulemused on tõenäoliselt suuresti seotud ka aktsiaindeksi enda liikumisulatusega.

Selleks, et paremini kirjeldada MACD signaalide efektiivsust võrreldes osta-hoia strateegiaga, viib autor absoluutsuurused üheselt võrreldavale kujule. Selleks arvutatakse juurdekasvuindeksid erinevate MACD signaalide lõikes võrdluses osta-hoia strateegiaga. Indeksi arvutamisel on kasutatud järgmist valemit:

$$(3) \quad i = \frac{100+x}{100+y},$$

kus i – juurdekasvuindeks,

x – juurdekasvutempo valitud metoodikal,

y – juurdekasvutempo osta-hoia metoodikal.

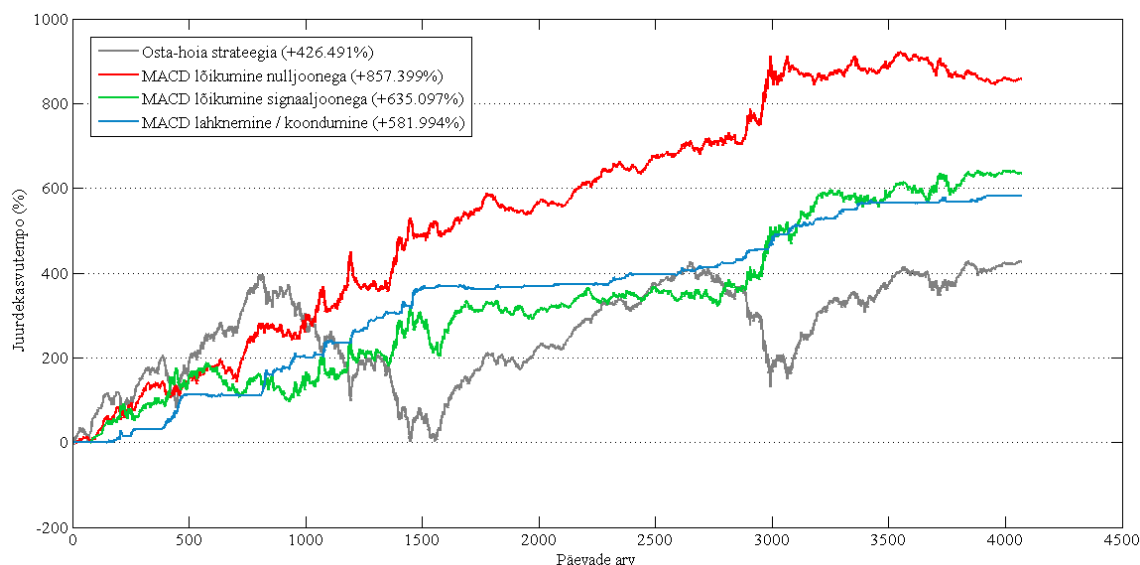
Valemi 3 põhjal arvutatud indeks näitab, mitu korda on alginvesteering perioodi lõpuks valitud (MACD) metoodikal suurem kui osta-hoia strateegia puhul. Näiteks, kui alginvesteeringuks on 1000 eurot ning osta-hoia strateegiaga saadakse juurdekasvutempoks 100% (ehk siis alginvesteering kahekordistatakse) ning valitud (MACD) metoodikal saadakse juurdekasvutempoks 150%, siis on perioodi lõpuks alginvesteering kasvanud vastavalt 2000 ja 2500 euro suuruseks ehk indeksi väärtuseks saadakse 1,25. Kirjeldatud indeks peakski kirjeldama kuivõrd efektiivsem on valitud (MACD) metoodika osta-hoia strateegia suhtes. Alljärgnevalt toob autor tabelis 4 välja valemiga 3 arvutatud juurdekasvuindeksid erinevate metoodikate lõikes, et saada parem ülevaade MACD signaalide efektiivsusest erinevate aktsiaindeksite korral.

Tabel 4. MACD signaalide ja osta-hoia strateegia juurdekasvuindeksite võrdlus ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012 saadud tulemuste põhjal

	SP500	FTSE	NIKKEI	NASDAQ	DAX
Nulljoonega lõikumine	1,4658	1,2634	3,2586	1,4372	1,2943
Signaaljoonega lõikumine	0,9634	0,8941	2,6791	1,3408	1,2402
Koondumine ja lahknemine hinnaga	1,0182	1,1225	3,2429	1,1281	0,8858
Osta-hoia	1	1	1	1	1
Keskmine indeksi väärtus MACD meetodikal	1,1491	1,0933	3,0602	1,3020	1,1401

Allikas: autori arvutused.

Tabelist 4 on näha, et kuigi aktsiaindeksite DAX ja NASDAQ juurdekasvutempod oli absoluutsuuruses küll üldjuhul suuremad võrreldavate aktsiaindeksite omadest, siis juurdekasvuindeksite põhjal võib kahtlemata väita, et käsitletav MACD meetodika annab kõige kõrgemaid tulemusi Nikkei puhul. Tabelist 4 on ka näha, et juurdekasvuindeksid on kõige kõrgemad MACD lõikumisel nulljoonega. Tegemist on ainsa MACD signaaliga, mille puhul ei jääda ühegi indeksi puhul alla osta-hoia strateegiale. Selleks, et illustreerida erinevate MACD signaalide põhjal tehtud tehingute juurdekasvutemposid ajas üle kõigi käsitletavate indeksi, toob autor järgnevalt välja joonise, millel on mainitud juurdekasvutempod võrdluses osta-hoia strateegia juurdekasvutempo liikumisega ajas.



Joonis 11. Käsitletavate MACD signaalide ja osta-hoia strateegia juurdekasvutempod üle kõigi vaadeldavate aktsiaindeksite ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012. Allikas: autori koostatud.

Käesolevas töös soovitakse tuvastada trendi, mistõttu on tähtis kaubelda suurem osa trendide liikumisulatuses trendiga samas suunas. Ka jooniselt 11 võib näha, et kõige paremini täidab mainitud kriteeriumi MACD lõikumine nulljoonega, mida kasutatakse ka järgmises alapeatükis küünalmustritega sidumisel. MACD lõikumisest signaaljoonega saadud signaalide põhjal tehinguid tehes kaetakse ka enamus hinnaliikumisest, kuid trendi suuna valikul eksitakse rohkem kui MACD lõikumisel nulljoonega, mistõttu on ka MACD lõikumisel signaaljoonega saadud juurdekasvutempo madalam. MACD koondumisest ja lahkneemisest saadud signaalide põhjal tehinguid tehes saadakse vähem tehinguid ning seetõttu kirjeldab signaal vaid väikese osa hinnaliikumisest, siiski suunavalikul eksitakse harva, mida on näha ka joonisel 11. Kui eesmärgiks võtta aga võimalikult kõrge tulu ja riski suhtega portfelli loomine varade efektiivsemaks juhtimiseks, siis tasub autori arvates kaaluda MACD koondumise ja lahkneamise kasutamist ostu- ja müügisignaalide genereerimiseks.

2.3. MACD signaalide kombineerimine küünalmustritega

Käesolevas alapeatükis kombineerib autor eelmises alapeatükis edasiseks analüüsiks valituks osutunud MACD nulljoonega lõikumise signaale küünalmustritega, selgitamaks kas küünalmustrite kombineerimine MACD poolt antavate signaalidega võimaldab kindlamalt tuvastada trendi kui MACD signaalide eraldiseisev kasutamine. Esimesena kombineerib autor MACD nulljoone lõikumisel antavaid ostusignaale turusentimendi positiivseks pöördumisele viitavate küünalmustritega (*piercing*, *bullish engulfing* ja *morning star*). Autor käsitleb küünalmustrite ja MACD signaalide kombineerimisel järgmisi ostusignaale:

- S0 – MACD lõikumisest nulljoonega saadud ostusignaalid;
- S1 – MACD lõikumisest nulljoonega saadud ostusignaalid, millele eelnevad *piercing* mustrid;
- S2 – MACD lõikumisest nulljoonega saadud ostusignaalid, millele eelnevad *bullish engulfing* mustrid;
- S3 – MACD lõikumisest nulljoonega saadud ostusignaalid, millele eelnevad *morning star* mustrid;
- S4 – MACD lõikumisest nulljoonega saadud ostusignaalid, millele eelnevad *piercing* või *bullish engulfing* mustrid;
- S5 – MACD lõikumisest nulljoonega saadud ostusignaalid, millele eelnevad *piercing*, *bullish engulfing* või *morning star* mustrid.

S0 signaalid on kaasatud vaid võrdlusbaasi loomiseks ja ülejäänud loetelus välja toodud signaalid on MACD nulljoonega lõikumisest saadud ostusignaalid kombineeritult valitud küünalmustritega. Alljärgnevalt toob autor välja tabeli 5, milles antakse ülevaate MACD lõikumisest nulljoonega saadud signaalide ja turusentimendi positiivseks pöördumisele viitavate küünalmustrite kombineerimisel saadud ostusignaalide juurdekasvutempodest käsitletavas ajavahemikus.

Tabel 5. MACD nulljoonega lõikumise ostusignaalide ja turusentimendi positiivseks pöördumisele viitavate küünalmustritega kombineerimisel saadud juurdekasvutempod protsentides ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012.

	S0	S1	S2	S3	S4	S5
SP500	114,31	16,38	16,31	26,99	16,38	26,99
FTSE	64,85	32,5	33,09	31,21	33,09	33,09
NIKKEI	64,41	23,15	61,53	21,51	61,53	61,53
NASDAQ	195,88	80,12	48,07	57,65	95,88	93,46
DAX	179,83	70,31	81,68	53,58	97,53	97,53
Keskmine	123,856	44,492	48,136	38,188	60,882	62,52

Allikas: autori arvutused.

Tabelist 5 on näha, et MACD nulljoonega lõikumisest saadud ostusignaalide kombineerimisel turusentimendi positiivseks pöördumisele viitavate küünalmustritega saadud keskmised juurdekasvutempod üle valitud indeksite on märkimisväärselt madalamad kui keskmine juurdekasvutempo vaid MACD nulljoonega lõikumisest saadud ostusignaalide kasutamisel (1,98 kuni 3,24 korda väiksem). Tabelis 5 käsitletud küünalmustreid esines vaadeldavates tingimustes kokku 332 korral, mustrit *piercing* esines 88, mustrit *bullish engulfing* 192 ja mustrit *morning star* 52 korral. Tabelist 5 on võimalik välja lugeda, et mida rohkem küünalmustreid esines, seda kõrgem oli juurdekasvutempo. Tabeli 5 põhjal võib väita, et MACD nulljoonega lõikumisel saadud ostusignaalide puhul ei osutu küünalmustritega kombineerimine otstarbekaks, kuna juurdekasvutempod on märkimisväärselt madalamad ning seetõttu võime väita, et küünalmustrite lisamine ei aita tõusvat trendi kindlamalt tuvastada.

Järgmisena kombineerib autor MACD nulljoone lõikumisel antavaid müügisignaale turusentimendi negatiivseks pöördumisele viitavate küünalmustritega (*dark-cloud cover*, *bearish engulfing* ja *evening star*). Autor käsitleb küünalmustrite ja MACD signaalide kombineerimisel järgmisi müügisignaale:

- S6 – MACD lõikumisest nulljoonega saadud müügisignaalid;
- S7 – MACD lõikumisest nulljoonega saadud müügisignaalid, millele eelnevad *dark-cloud cover* mustrid;

- S8 – MACD lõikumisest nulljoonega saadud müügisignaalid, millele eelnevad *bearish engulfing* mustrid;
- S9 – MACD lõikumisest nulljoonega saadud müügisignaalid, millele eelnevad *evening star* mustrid;
- S10 – MACD lõikumisest nulljoonega saadud müügisignaalid, millele eelnevad *dark-cloud cover* või *bearish engulfing* mustrid;
- S11 – MACD lõikumisest nulljoonega saadud müügisignaalid, millele eelnevad *dark-cloud cover*, *bearish engulfing* või *evening star* mustrid.

Sarnaselt ostusignaalidele on ka müügisignaalide puhul arvestatud müügisignaaliga S6 ehk siis MACD lõikumisest nulljoonega saadud müügisignaalidega, et luua võrdlusbaas küünalmustritega kombineeritud müügisignaalide tõhususe hindamiseks. Alljärgnev tabel 6 annab ülevaate MACD nulljoonega lõikumise müügisignaalide turusentimendi negatiivseks pöördumisele viitavate küünalmustritega kombineerimisel saadud juurdekasvutempodest käsitletavas ajavahemikus.

Tabel 6. MACD nulljoonega lõikumise müügisignaalide ja turusentimendi negatiivseks pöördumisele viitavate küünalmustritega kombineerimisel saadud juurdekasvutempod protsentides ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012.

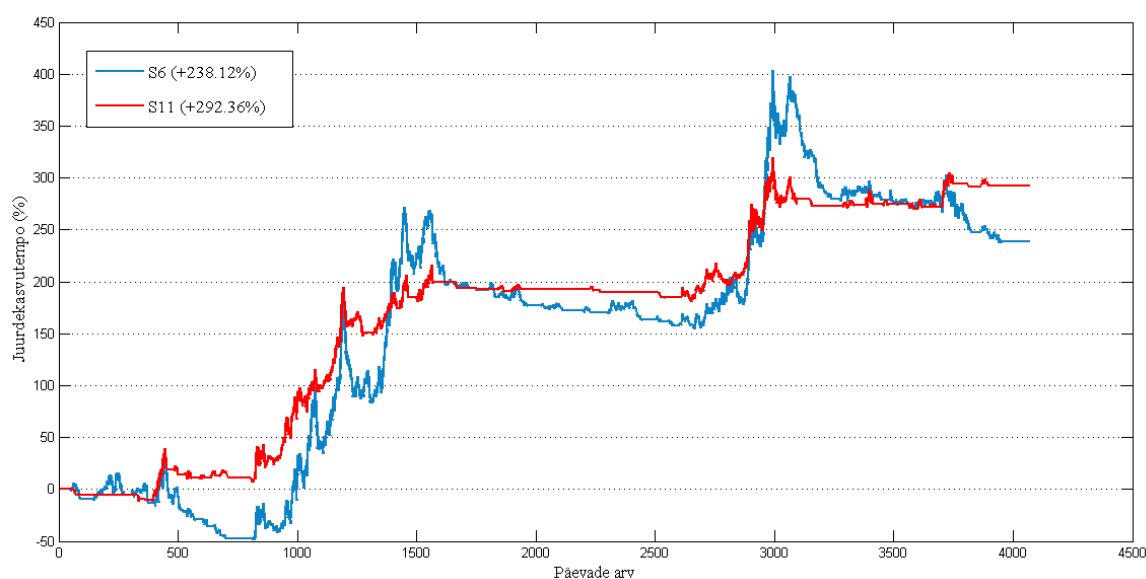
	S6	S7	S8	S9	S10	S11
SP500	40,33	0,00	38,61	1,81	38,61	38,61
FTSE	19,07	7,44	2,35	0,75	9,19	8,67
NIKKEI	86,01	0,00	43,68	48,42	43,68	82,47
NASDAQ	52,59	28,01	50,41	81,10	49,94	74,85
DAX	40,13	47,38	60,31	45,98	69,51	87,76
Keskmine	47,63	16,57	39,07	35,61	42,19	58,47

Allikas: autori arvutused.

Tabelist 6 on näha, et MACD nulljoonega lõikumisest saadud müügisignaalide kombineerimisel turusentimendi negatiivseks pöördumisele viitavate küünalmustritega saadud keskmised juurdekasvutempod üle valitud indeksi on üldjuhul madalamad kui keskmine juurdekasvutempo vaid MACD nulljoonega lõikumisest saadud signaalide kasutamisel. Siiski ühel käsitletaval juhul on juurdekasvutempo MACD signaalide kombineerimisel küünalmustritega kõrgem kui MACD signaalide eraldiseisval

kasutamisel ja see on signaali S11 puhul ehk MACD lõikumisest nulljoonega saadud müügisignaalid, millele eelnevad *dark-cloud cover*, *bearish engulfing* või *evening star* mustrid.

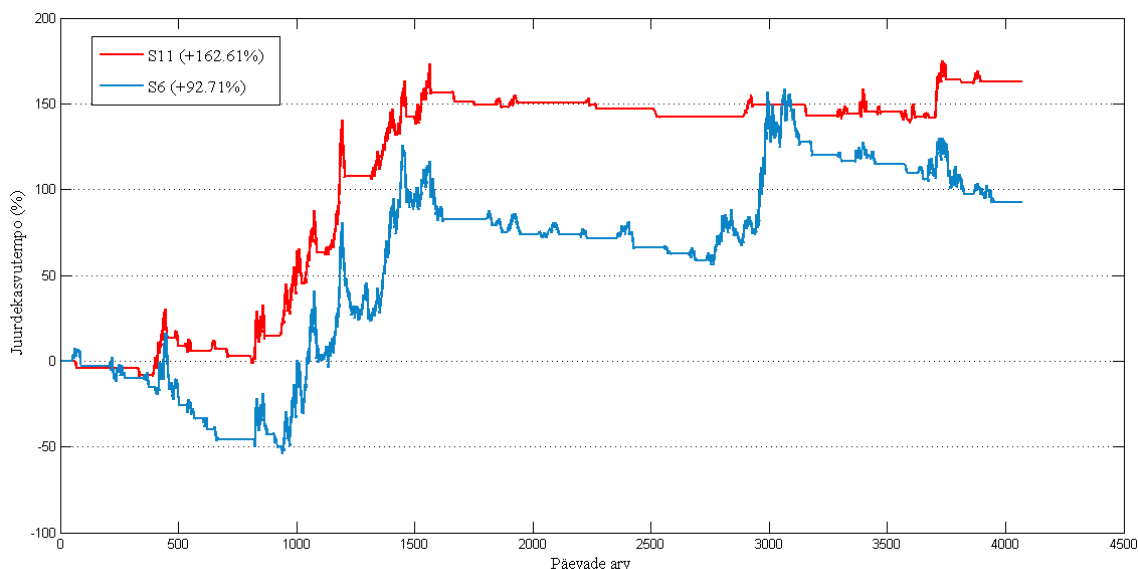
Turusentimendi negatiivseks pöördumisele viitavaid küünalmustreid esines 508 korral (ligikaudu 53% rohkem kui turusentimendi positiivseks pöördumisele viitavaid küünalmustreid). Kuna üldjuhul on käsitletavat aktsiaindeksid olnud ajas kasvavad, siis on ka loogiline, et küünalmustreid, mis viitavad turusentimendi negatiivseks pöördumisele, esineb rohkem kui vastupidisele viitavaid küünalmustreid, sest turusentimendi negatiivseks pöördumisele viitavad küünalmustrid esinevad tõusva trendiga turul. Selleks, et illustreerida küünalmustrite mõju müügisignaalide tõhususele, lisab autor järgnevalt joonise, millel on välja toodud müügisignaalide S6 ja S11 juurdekasvutempod vaadeldavas ajavahemikus üle kõigi aktsiaindeksite.



Joonis 12. Müügisignaalide S6 ja S11 juurdekasvutempode võrdlus üle kõigi vaadeldavate aktsiaindeksite ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012. Allikas: autori koostatud.

Joonisel 12 on välja toodud juurdekasvutempod signaalide S6 ja S11 võrdlemiseks ehk siis on visualiseeritud, kas ja milline mõju on küünalmustrite kaasamisel MACD lõikumisest nulljoonega saadud müügisignaalide tõhustamiseks. Kuigi signaali S11 puhul

on juurdekasvutempo ligikaudu 23% suurem kui signaali S6 puhul, arvab autor, et tulemus võib olla pigem juhuslik, sest tuntav erinevus juurdekasvutempodes avaldub alles aegrea viimase 300-400 elemendi vältel. Tabelist 6 võib näha, et kuigi keskmine juurdekasvutempo on signaali S11 puhul kõrgem kui signaali S6 puhul, on see peamiselt tingitud sellest, et küünalmustrite kaasamisel saadi kõrgem juurdekasvutempo aktsiaindeksite Nasdaq Composite ja DAX puhul, ülejäänud indeksi puhul ei olnud küünalmustrite kaasamisel juurdekasvutempos lisa võimalik täheldada. Aktsiaindeksid Nasdaq Composite ja DAX on vaadeldavas ajavahemikus olnud teistest vaadeldavatest indeksitest märkimisväärselt kõrgema juurdekasvutempoga (vastavalt 142,46% ja 147,21%). Autori arvates on siin seos trenditugevuse ja küünalmustrite tõhususe vahel. Nimelt, turusentimendi negatiivseks pöördumisele viitavate küünalmustrite eelduseks on, et need esineks tõusva trendiga turul ning mida tugevam on tõusev trend, seda tõsiselt võetavam on küünalmuster. Seega võivad küünalmustrid tugeva tõusva trendiga turul MACD signaalidega kombineerides tõhustada langevate trendide tuvastamist. Järgnevalt toob autor illustreerimiseks joonise, millel on välja toodud müügisignaali S6 ja S11 juurdekasvutempod vaadeldavas ajavahemikus jõudsalt kasvanud aktsiaindeksite Nasdaq Composite ja DAX põhjal.



Joonis 13. Müügisignaali S6 ja S11 juurdekasvutempode võrdlus aktsiaindeksite Nasdaq Composite ja DAX lõikes ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012. Allikas: autori koostatud.

Jooniselt 13 on võimalik näha, milline on küünalmustrite mõju MACD lõikumisest nulljoonega saadud müügisignaaleide tõhustamisel pikaajaliselt tugevalt kasvavate aktsiaindeksite puhul. Juurdekasvutempo ilma küünalmustriteta on 92,71%, ent küünalmustritega saadakse juurdekasvutempoks 162,61% (ligikaudu 1,75 korda suurem). Jooniste 12 ja 13 puhul võib läbiva joonena täheldada, et küünalmustrite kaasamisel on juurdekasvutempo liikunud ajas märkimisväärselt stabiilsemalt. Selleks, et juurdekasvutempode volatiilsust täpsemalt hinnata, toob autor alljärgnevalt tabeli 7, milles on välja arvatud päevaste juurdekasvutempode põhjal standardhälbed signaalide S0, S6, S5 ja S11 lõikes.

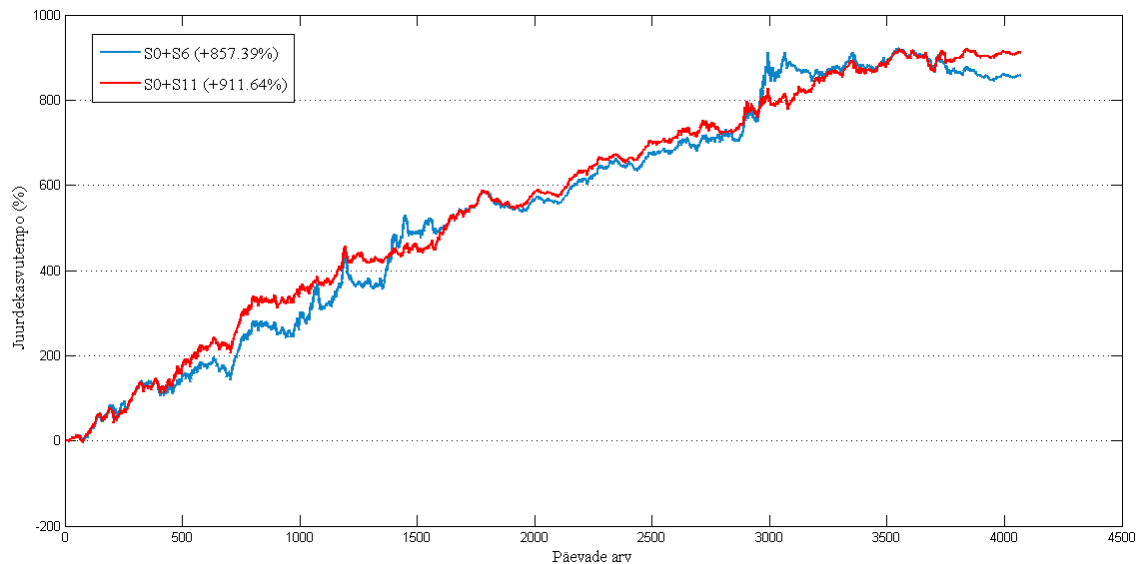
Tabel 7. Juurdekasvutempode standardhälbed valitud signaalide lõikes ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012.

	Ostusignaalid		Müügisignaalid	
	S0	S5	S6	S11
SP500	0,0081	0,0099	0,0069	0,0024
FTSE	0,0081	0,0095	0,0100	0,0096
NIKKEI	0,0082	0,0128	0,0082	0,0049
NASDAQ	0,0100	0,0142	0,0039	0,0058
DAX	0,0100	0,0128	0,0058	0,0075
Keskmine	0,0089	0,0118	0,0070	0,0060

Allikas: autori arvutused.

Tabelis 7 on välja toodud standardhälbed erinevate signaalide juurdekasvutempodes. Eraldi käsitletakse ostu- ja müügisignaale, milles omakorda käsitletakse eraldi küünalmustritega kombineerimisel kõrgeima tootluse andnud signaali ja eraldiseisvat MACD nulljoonega lõikumise signaali. Tabelist 7 näeme, et keskmine juurdekasvutempode standardhälve üle aktsiaindeksite kasvas ostusignaalide puhul ligikaudu 32,6% kui MACD poolt antavatele ostusignaalidele lisati küünalmustrid ning kuna tabelist 5 (vt lk 42) võib välja lugeda, et juurdekasvutempo on signaali S5 puhul ligikaudu 49% väiksem kui võrdlusbaasiks oleva signaali S0 puhul, võib väita, et küünalmustrite lisamine ei tõhusta antud tingimustes mingil määral MACD nulljoonega lõikumisest saadavaid ostusignaale.

Seevastu saab aga tabelist 7 välja lugeda, et küünalmustrite kaasamine vähendas MACD poolt antavate müügisignaali juurdekasvutempo standardhälvet ligikaudu 16,7%. Tabelist 6 (vt lk 43) on võimalik välja lugeda, et signaali S11 keskmine juurdekasvutempo üle aktsiaindeksite on ligikaudu 22,8% suurem kui signaali S6 puhul. Kuna keskmine juurdekasvutempo kasvas ning standardhälve vähenes, võib väita, et küünalmustritega on antud tingimustes võimalik tõhustada MACD nulljoonega lõikumisest saadavaid müügisignaale, kui eesmärgiks on varade efektiivsem juhtimine. Järgnevalt toob autor välja joonise, millel on illustreerival eesmärgil välja toodud juurdekasvutempo liikumine ajas, kui kasutatakse ostu- ja müügisignaali MACD lõikumisi nulljoonega ning võrdluseks MACD lõikumised nulljoonega, kus müügisignaali puhul on rakendatud ka küünalmustreid.



Joonis 14. Küünalmustrite mõju juurdekasvutempole ajavahemikus 1. jaanuar 1997 – 31. detsember 2012. Allikas: autori koostatud.

Joonisel 14 on sinise joonega tähistatud signaalide S0 ja S6 summaarne juurdekasvutempo üle kõigi vaadeldavate aktsiaindeksite ehk siis MACD lõikumisel nulljoonega saadud signaalide põhjal ostu- ja müügitehinguid tehes kujunenud juurdekasvutempo. Joonisel on punase joonega tähistatud signaalide S0 ja S11 summaarne juurdekasvutempo üle kõigi indekseid ehk siis MACD lõikumisel saadud müügisignaale lisati küünalmustreid. Küünalmustritega saadud signaalide puhul on

juurdekasvutempo 911,64% ehk ligikaudu 6,3% suurem kui signaalide puhul, mis ei võtnud arvesse küünalmustreid. Autori arvates on tegemist pigem juhusliku tulemusega, mida ilmestab ka joonis 14 üpris selgelt. Näiteks, kui eemaldada aegrea lõpust ligikaudu 500 elementi, siis ei ole enam juurdekasvutempodes märgata erinevust. Küll aga võib jooniselt 14 välja lugeda, et signaalid, mille puhul kasutatakse ka küünalmustreid, tagavad stabiilsema juurdekasvutempo liikumise ajas. Küünalmustreid kasutades kujuneb juurdekasvutempo standardhälbeks 0,0271 ning kasutades vaid MACD lõikumisest nulljoonega saadavaid signaale, saadakse juurdekasvutempo standardhälbeks 0,0349, mis on ligikaudu 28,8% suurem kui küünalmustreid kasutades, mistõttu võib väita, et varade juhtimise seisukohast võimaldavad küünalmustrid MACD nulljoonega lõikumise signaaliga kombineerides sama tulutaseme juures vähendada riskitaset märkimisväärselt. Siiski, lähtudes käesoleva töö eesmärgist ning metoodikast, võib väita, et üldjuhul küünalmustrid ei tõhusta MACD poolt antavaid signaale, erandjuhtudeks on korrad kui alusvara hind on pikaajaliselt tugeva tõusva trendiga, sel juhul aitavad küünalmustrid tõhustada MACD signaale langeva trendi tuvastamiseks.

2.4. Järeldused ja autoripoolsed soovitus

Käesoleva töö põhjal võib väita, et küünalmustrite lisamine MACD signaalidele ei võimalda üldjuhul tuvastada trende tõhusamalt, see tähendab, et MACD signaalide täiustamine küünalmustritega ei anna juurdekasvutempole olulist lisa. Siiski, on näha, et tugevamalt kasvavate aktsiaindeksite (Nasdaq ja DAX) puhul võis märgata küünalmustrite mõju langeva trendi tuvastamise tõhustamisel. Autori arvates võib sellist fenomeni kirjeldada väga hästi küünalmustrite olemuse läbi. Nimelt, käsitletavate küünalmustrite puhul oli oluline eelneva trendi olemasolu ning tugevalt tõusval turul on see tingimus paremini täidetud kui näiteks nõrgalt tõusval, langeval või horisontaalselt liikuval turul. Samuti, kui ilmneb tugevalt tõusval turul turu sentimendi pöördumisele viitav küünalmuster, siis on ta tõsiselt võetavam kui külitsi kulgeva turu puhul, kus võib muster olla pigem juhuslik. Sellest võib järeldada, et küünalmustrite efektiivsus MACD signaalide tõhustamisel sõltub mustri eelneva ning ka üldise trendi tugevusest, mistõttu võiks käsitletava metoodika siduda mõne trenditugevuse indikaatoriga, näiteks *Average*

Directional Index’ga (ADX). Signaale võiks testida nii, et kui ADX’i näit läheb üle teatud taseme (tihtipeale kasutatakse selle tasemenäht 25), siis võetakse vaatluse alla alles käesolevas töös testitud signaalid.

Samuti leiab autor, et võib anda ka tugevushinnanguid MACD poolt antavatele signaalidele ja küünalmustritele. Küünalmustrite puhul võib hinnata näiteks talle eelnenud trendi kestust ja ulatust ehk tugevust, samuti mustri moodustava küünalde ulatust üksteise suhtes ehk küünalde ja nende ekstreemväärtuste vahelisi proportsioone ning vahesid mustri moodustavate küünalde avamis- ja sulgemishindade vahel (inglise keeles *gaps*). MACD signaalide puhul on tugevuste hindamine veidi keerulisem, näiteks lõikumissignaali puhul on võimalik hinnata kui kiiresti on lõikumine toimunud, koondumiste ja lahkumiste puhul on võimalik hinnata lahkumise või koondumise tugevust, mille põhjal saab jällegi hinnata signaalide tugevust. Siiski, on MACD signaalide tugevushinnangute matemaatiliste kriteeriumite formuleerimine ehk märksa keerulisem kui küünalmustritele tugevushinnangute andmine. Samuti võib hinnata ka ajalist vahet MACD signaali ja küünalmustri poolt antava signaali vahel. Kui viia testid signaalidele tugevuste andmise tasandile on võimalik välja töötada mingi kindel tugevuse tase alates millest hakatakse signaale kasutama tehingute tegemiseks. Lisaks signaalidele tugevuste omistamisele võib defineerida MACD lahkumisi/koondumisi ja küünalmustreid teisiti kui seda käesolevas töös tehti. Samuti võib rakendada laiemaid piire, kuna ka käesolevas töös tulid üksikud lahendid väga lähedale etteseadud piiridele.

Kuna küünalmustrid viitavad turu sentimendi muutumisele, võiks autori arvates küünalmustrite tuvastamiseks kasutada pikemat ajalist mõõdet, sest mida pikema ajalise käsitlemisega on andmed, seda usaldusväärsemateks küünalmustreid peetakse. Näiteks, võiks küünalmustreid tuvastada nädalaste andmete põhjal ning MACD poolt saadavaid signaale leida päevaste andmete põhjal ehk siis üle minna mitmeperioodilisusele.

Käesolevas töös viidi testid läbi vaid ühe signaali põhjal – MACD lõikumine nulljoonega. Valitud signaal oli kõige kõrgema keskmise juurdekasvutempoga üle vaadeldavate indeksi, mis võib olla põhjuseks, et küünalmustrite rakendamine ei andnud erilist lisa juurdekasvutempos. Näiteks, MACD lõikumisel signaaljoonega saadi rohkem valesid

signaale kui MACD lõikumisel nulljoonega, mistõttu võiks ka kombineerida küünalmustreid signaalidega, mis saadakse MACD lõikumisel signaaljoonega. Samuti võiks küünalmustreid kombineerida MACD koondumisest ja lahknemisest saadavate signaalidega. Kuigi autori arvates tuvastasid MACD koondumisest ja lahknemisest saadavad signaalid trendi algust kõige tõhusamalt, siiski nende signaalide peamiseks probleemiks võis olla asjaolu, et tehingud sulgeti liiga vara. Seega, võiks autori arvates kasutada küünalmustreid näiteks MACD koondumise ja lahknemise põhjal avatud tehingute sulgemiseks, mis võimaldaks ehk hoida positsioone pikemalt sees ja seeläbi liikuda kauem trendiga kaasa. Küünalmustrid võivad parandada teisi MACD poolt antavaid signaale rohkem, kui nad parandasid käesolevas töös kasutatud MACD lõikumisest nulljoonega saadud signaale.

Kui aga arvestada tulemusi varade võimalikult efektiivse juhtimise seisukohast, siis võis täheldada küünalmustrite lisamisel päevaste juurdekasvutempode volatiilsuse vähenemist pikaajalise trendiga vastassuunaliste trendide tuvastamisel. Mistõttu võib, sõltuvalt eesmärgist, kasutada parameetrite optimeerimisel mingit riski ja tulu vahetorda hindavat näitajat, näiteks Sharpe'i suhtarvu. Käesoleva töö põhjal saadi tulemuseks, et MACD nulljoonega lõikumise signaalide kombineerimine küünalmustritega ei andnud olulist lisa juurdekasvutempos ehk ei võimaldanud trende tuvastada tõhusamalt kui vaid MACD signaale kasutades. Siiski, võis täheldada, et küünalmustrite kaasamine võimaldas vähendada juurdekasvutempode volatiilsust, mistõttu võib küünalmustrite kasutamine osutuda kasulikuks, kui võtta eesmärgiks võimalikult tõhusa kauplemisstrateegia loomine.

KOKKUVÕTE

Üheks lihtsaimaks ent tõhusamaks trendide tuvastamise vahendiks võib pidada libisevaid keskmisi, kuna nad siluvad hinnagraafiku lühiajalised kõikumised ning seeläbi annavad hea ülevaate hinna trendist. Kuna libisevad keskmised arvutatakse mineviku hindade põhjal, siis annavad libisevad keskmised informatsiooni viitajaga. Peamiselt kasutatakse lihtsat või eksponentsiaalset libisevat keskmist, kuna aga eksponentsiaalse libiseva keskmise puhul on viitaeg väiksem, kasutas autor käesolevas töös eksponentsiaalset libisevat keskmist. Selleks, et aga viitaega veelgi enam vähendada, kasutas autor libisevate keskmiste kombineerimisel saadud indikaatorit MACD, mis võimaldab tuvastada inertsust hinna liikumisest.

Kuna MACD signaalide üheks peamiseks puuduseks peetakse tugeva trendi vältel enneaegsete trendipöördumisele viitavate signaalide andmine, siis oleks signaale mõistlik siduda mingi muu indikaatoriga, mis annaks hinnangu turu hetkeseisule. Turu sentimendi ja selle muutumise kirjeldamiseks on varasemates uuringutes korduvalt kasutatud küünalmustreid. Käesolevas töös võttis autor vaatluse alla populaarsemad mitmeperioodilised küünalmustrid. Autor defineeris matemaatiliselt nii MACD signaalid kui ka küünalmustrid.

Autor optimeeris erinevaid MACD signaale ning tulemusteks saadi, et kõige kõrgem juurdekasvutempo saadi MACD nulljoonega lõikumise signaalide puhul. Samuti kattis käsitletav signaal suure osa hinnaliikumisest, mistõttu otsustas autor, et signaal on vaadeldavate signaalide hulgas kõige tõhusam trendide tuvastamiseks. Signaal loeti parimaks trendi tuvastamisel, kuna tal oli kõrgeim juurdekasvutempo ja kattis suure osa ajast, mis näitab, et signaalid suudavad liikuda võimalikult suure osa hinnaliikumisega õiges suunas kaasa. MACD signaaljoonega lõikumise puuduseks oli märkimisväärselt

madalam juurdekasvutempo ning MACD koondumise ja lahknemise signaalide puuduseks oli asjaolu, et suur osa hinnaliikumisest jäi katmata. Kõrgemad juurdekasvutempod olid aktsiaindeksitel, mis olid ajas jõudsamalt kasvanud (Nasdaq Composite ja DAX) ning kõige madalama juurdekasvuga oli aktsiaindeks FTSE. Üldjuhul paistis olevat positiivne korrelatsioon aktsiaindeksite juurdekasvutempode ja MACD signaalide põhjal tehtud tehingute juurdekasvutempode vahel. Erandiks võib pidada Nikkei aktsiaindeksit, mis oli vaadeldavas ajavahemikus olnud langev, kuid MACD signaalide põhjal tehtud tehingute juurdekasvutempodes see ei avaldunud.

MACD nulljoonega lõikumise signaalid kombineeriti küünalmustritega. Avaldus seos, et mida rohkem teatud küünalmustreid esines, seda kõrgem oli juurdekasvutempo. Siiski, osutus ostutehingute tegemisel küünalmustrite kaasamine pigem kahjumlikuks, kuna juurdekasvutempo vähenes ligikaudu 2 korda. Seevastu müügitehingute tegemisel võimaldas küünalmustrite kaasamine kasvatada juurdekasvutempot. Põhjuseks võib olla see, et turu langemisele viitavaid küünalmustreid esines vaadeldavas ajavahemikus ligikaudu 53% rohkem. Siiski, arvab autor, et kuna üldjuhul on käsitletavad aktsiaindeksid olnud vaadeldavas ajavahemikus kasvavad, siis küünalmustreid, mis viitavad tõusva trendi pöördumisele, esinebki rohkem, kuna nende puhul on paremini täidetud mustri eelneva trendi eeldus.

Kuigi MACD signaalide täiustamine küünalmustritega ei kasvatanud oluliselt juurdekasvutempot ehk ei võimaldanud tuvastada trendi tõhusamalt, lähtudes käesoleva töö käsitlusest, võis täheldada, et kui kombineerida küünalmustreid pikaajalise trendiga vastupidiste trendide tuvastamisel, on võimalik vähendada päevaste juurdekasvutempode volatiilsust üpris tuntavalt. Seega, arvab autor, et kui võtta eesmärgiks luua võimalikult tõhus kauplemisstrateegia, siis tuleks kaaluda küünalmustrite kaasamist signaalide genereerimisel.

VIIDATUD ALLIKAD

1. **Appel, G.** Become Your Own Technical Analyst: How to Identify Significant Market Turning Points Using the Moving Average Convergence-Divergence Indicator or MACD – The Journal of Wealth Management, 2003, Vol. 6, No 1, pp. 27–36
2. **Appel, G.** Technical Analysis: Power Tools for Active Investors. New jersey: FT press, 2005, 264p.
3. **Brock, W., Lakonishok, J., LeBaron, B.** Simple Technical Trading Rules and Stochastic Properties of Stock Returns – Journal of Finance, 1992, Vol. 47, No. 5 pp. 1731–1764
4. **Elder, A.** Trading for A Living: Psychology, Trading Tactics, Money Management. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 1993, 289p.
5. **Fernandez-Blanco, P., Bodas-Sagi, D., Soltero, F., Hidalgo, J. I.** Technical Market Indicators Optimization using Evolutionary Algorithms – Proceedings of the 2008 GECCO conference companion on Genetic and evolutionary computation, 2008, pp.1851-1858
6. Guide to Calculation Methods for the UK Series of the FTSE Actuaries Share Indices
[http://www.ftse.com/Indices/UK_Indices/Downloads/uk_calculation.pdf]
08.04.2013
7. Guide to the Equity Indices of Deutsche Börse
[http://dax-indices.com/EN/MediaLibrary/Document/Equity_L_6_19_e.pdf]
08.04.2013
8. **James, F. E.** Monthly Moving Averages – An Effective Investment Tool? – Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1968, Vol. 3, No. 3, pp. 315–326

9. **Lai, H., Chen, C., Huang, C.** Technical Analysis, Investment Psychology and Liquidity Provision: Evidence from the Taiwan Stock Market – Emerging Markets and Trade, Vol. 46, No. 5, pp. 18–38
10. **Lieksnis, R.** The Predictive Power of Candlestick Price Patterns in the Baltic Stock Market – Economics & Business, 2008, Vol. 17, pp. 68–80
11. **Lu, T.-H., Shiu, Y.-M.** Tests for Two-Day Candlestick Patterns in the Emerging Equity Market of Taiwan – Emerging Markets Finance & Trade, Jan/Feb 2012, Vol. 48, pp. 41–57
12. **Lu, T.-H., Shiu, Y.-M., Liu, T.-C.** Profitable Candlestick Trading Strategies – The Evidence from a New Perspective – Review of Financial Economics, April 2012, Vol. 21, Issue 2, pp. 63-68
13. **Murphy, J. J.** Technical Analysis of the Financial Markets. New Jersey: New York Institute of Finance, 1999, 576p.
14. **NASDAQ Composite Index Methodology**
[https://indexes.nasdaqomx.com/docs/methodology_COMP.pdf] 02.04.2013
15. **Nikkei Stock Average Index Guidebook**
[http://indexes.nikkei.co.jp/nkave/archives/file/nikkei_stock_average_guidebook_en.pdf] 02.04.2013
16. **Nison, S.** Beyond Candlesticks: New Japanese Charting Techniques Revealed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 1994, 296p.
17. **Nison, S.** Japanese Candlestick Charting Techniques: a Contemporary Guide to the Ancient Investment Techniques of the Far East. New Jersey: New York Institute of Finance 1991, 336p.
18. **Nison, S.** The Candlestick Course. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2003, 236p.
19. **NYSE overview statistics**
[http://www.nyxdata.com/nysedata/asp/factbook/viewer_edition.asp?mode=table&key=268&category=14], 03.03.2013
20. **Predicting Asset Class Returns: Recommendations for Financial Planners**
[http://www.advisorperspectives.com/newsletters13/pdfs/Predicting_Asset_Class_Returns-Recommendations_for_Financial_Planners.pdf], 20.02.2013

- 21. Pring, M. J.** Technical Analysis Explained: the Successful Investor's Guide to Spotting Investment Trends and Turning Points. 4th ed. New York, McGraw-Hill, 2002, 560p.
- 22. S&P U.S. Indices Methodology**
[https://www.sp-indexdata.com/idpfiles/indexalert/prc/active/whitepapers/Methodology_SP_US_Indices_Web.pdf] 08.04.2013
- 23. Stockcharts'i andmebaas**
[<http://www.stockcharts.com>], 19.02.2013
- 24. Yahoo! finantsandmebaas**
[<http://finance.yahoo.com>], 28.03.2013

SUMMARY

USING CANDLESTICK PATTERNS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF TECHNICAL ANALYSIS' SIGNALS: EMPIRICAL EVIDENCE FROM MAJOR STOCK MARKET INDICES

Timo Mitt

Stocks have long been the best performing long term asset class. Within last 86 years stock market has returned an average annual 9.8% gain. Since the stocks allow to earn additional income by contributing to economic growth without having to engage entrepreneurship, trading volumes of the stock markets have increased significantly. For example, trading volumes of the world's largest stock exchange NYSE have multiplied over the years.

The methods used to analyze securities fall into two very broad categories: fundamental and technical analysis. Fundamental analysis can be applied to assess security's intrinsic value to determine the general direction of movement of the underlying asset, yet more accurate buy and sell signals can be generated using technical indicators or methods. Identifying trends as accurately as possible enables institutions to make better investment decisions, thus enabling them to manage their assets more effectively. Also, major stock market indices are usually strongly associated with economic conditions of particular regions of the world. For example, movement of the stock market index Standard & Poor's 500 describes well the movement of U.S. gross domestic product, which in turn negatively correlates with unemployment rate in the U.S.. Therefore, it is possible to forecast economic progress of the region by identifying trends in the movement of particular stock market index.

One of the most popular indicator of technical analysis is moving average based MACD indicator. In addition to its popularity, MACD is also one of the most effective momentum indicators available. However, reliability of MACD signals can be questionable in certain situations, for example, on bullish market where positive market sentiment supports the continuation of the upward trend, MACD tends to give premature signals of trend reversal. MACD identifies the momentum in price movement and candlestick patterns describe the overall market sentiment. Thus, combining MACD signals with candlestick patterns may improve the efficiency of buy and sell signals.

Aim of this paper is to evaluate whether the use of candlestick patterns can improve trend identifying signals. In order to achieve the aim of this paper author has set following tasks:

- to provide theoretical and mathematical overview of the moving averages and its based MACD indicator;
- to provide theoretical and mathematical overview of the candlestick patterns;
- to combine MACD with candlestick patterns – brief overview of previous studies;
- to provide overview of data and methodology;
- to optimize parameters of different MACD signals;
- to optimize parameters of MACD signals combined with candlestick patterns;
- to analyze the validity of the combination of MACD and candlestick patterns with the highest gain;
- to draw conclusions and make recommendations.

Optimization of parameters of different MACD signals, highlighted interesting results, namely, signal with the highest gain was the simplest MACD signal – zero line crossover. Also, buy and sell signals generated by MACD zero line crossovers covered most of the price movement, which shows that the signals were able to move most of the time in the right direction. MACD signal line crossovers had significantly lower overall gain than zero line crossovers and convergences/divergences between MACD line and price did not cover even half of the price movement. Therefore, MACD zero line crossovers were chosen to combine with candlestick patterns.

MACD zero line crossovers and candlestick patterns were combined next. Positive correlation between overall gains and number of occurred candlestick patterns was found. However, combining bullish zero line crossovers with candlestick patterns reduced overall gains approximately two times. On the other hand, combining bearish zero line crossovers with candlestick patterns increased overall gains. The reason for this might be that the number of occurred bearish patterns was approximately 53% higher than the number of occurred bullish patterns. However, it can be caused by the fact that most of the stock market indices observed were growing over time. Therefore, patterns that indicate the rising trend reversal actually occur more often, since the preconditions for the trend that preceded the pattern are fulfilled with greater precision.

Even though combining MACD signals with candlestick patterns did not increase the overall gains (hence did not give a better basis for identifying the trend as it is handled in this paper) it is notable that the usage of reversing candlestick patterns especially in an uptrend market reduced the overall volatility of the whole time series of returns of the strategy giving its user a lower risk-reward ratio. Hence the author is convinced that candlestick patterns should be integrated to an efficient investment or trading strategy. A risk-reward evaluating ratio like Sharpe ratio could be used for that purpose while optimizing the system. Also an indicator for evaluating the strength of the trend could be used, one of which is ADX.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina

Timo Mitt (isikukood: 38910264244)

(*autori nimi*)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

TEHNILISE ANALÜÜSI SIGNAALIDE TÕHUSTAMINE KÜÜNALMUSTRITE
ABIL SUUREMATE AKTSIAINDEKSITE NÄITEL,

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja on doktorant Allan Teder,

(*juhendaja nimi*)

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, _____(*kuupäev*)

(*allkiri*)